



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

ANALÝZA VYBRANÝCH UKAZATELŮ E-SHOPU FIRMY ECOPRINT S.R.O.

ECOPRINT S.R.O. – AN ANALYSIS OF SELECTED E-SHOP INDICATORS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

SILVIE NEČASOVÁ

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. RNDr. JIŘÍ KROPÁČ, CSc.

BRNO 2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nečasová Silvie

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Analýza vybraných ukazatelů e-shopu firmy Ecoprint s.r.o.

v anglickém jazyce:

Ecoprint s.r.o. – an Analysis of Selected E-shop Indicators

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

BUDÍKOVÁ, M., KRÁLOVÁ, M., MAROŠ, B. Průvodce základními statistickými metodami. 1. vyd. Praha : Grada, 2010. 272 s. ISBN 978-80-247-3243-5.

CIPRA, T. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. 1. vyd. Praha : SNTL, 1986. 248 s.

HINDLS, R, aj. Statistika pro ekonomy. 6. vyd. Praha : Professional Publishing, 2006. 415 s. ISBN 80-86419-99-1.

KOZÁK, J. aj. Úvod do analýzy ekonomických časových řad. 1. vyd. Praha : VŠE, 1994. 208 s. ISBN 80-7079-760-6.

KROPÁČ, J. Statistika B. 2. vyd. Brno : FP VUT, 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jiří Kropáč, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

L.S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 31.05.2011

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá analýzou elektronického obchodu firmy Ecoprint s.r.o. První část práce obsahuje teorii o časových řadách, testech statistických hypotéz a regresní analýze. Druhá část se pak zabývá analýzou reálných dat, rozbořem výsledků a stanovením prognóz budoucího vývoje.

Abstract

This bachelor thesis disserts on analysis of e-commerce Company Ecoprint s.r.o.. The first part includes theoretic about time series, testing statistical hypothesis and regression analysis. The second part deals with the analysis of real data, analysing results and providing forecasts of future developments.

Klíčová slova

Časové řady, sezónní složka, trend, regresní přímka, regresní analýza, prognóza, testy statických hypotéz, první difference, koeficient růstu, e-shop

Key words

Time series, Season component, Trend, Regression lines, Regression analysis, Prognosis, Hypothesis testing static, First difference, Growth coefficient, E-commerce

Bibliografická citace mé práce:

NEČASOVÁ, S. Analýza vybraných ukazatelů e-shopu firmy Ecoprint s.r.o.. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2011. 66 s. Vedoucí bakalářské práce doc. RNDr. Jiří Kropáč, CSc..

Čestné prohlášení

Čestné prohlášení Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 1. 6. 2011

Podpis

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. RNDr. Jiřímu Kropáčovi, CSc. za cenné návrhy, rady, připomínky a trpělivé vedení mé bakalářské práce.

Dále děkuji společnosti Ecoprint s.r.o. za poskytnutí vstupních dat a vstřícnému jednání při zpracování praktické části práce.

Obsah

Úvod	9
Cíl práce	10
1 Teoretická část	11
1.1 Regresní analýza	11
1.1.1 Regresní přímka	12
1.2 Testy statistických hypotéz	14
1.2.1 Postup při testu statické hypotézy	14
1.3 Časové řady	15
1.3.1 Základní dělení	15
1.3.2 Charakteristiky časových řad	16
1.3.3 Dekompozice časových řad	18
2 Praktická část	22
2.1 Základní informace o společnosti	22
2.2 Zdroje vstupních dat	23
2.3 Intervalové řady	24
2.3.1 Počet návštěv	24
2.3.2 Počet objednávek	31
2.3.3 Tržba z objednávek	38
2.4 Okamžikové odvozené řady	45
2.4.1 Průměrná objednávka	45
2.4.2 Tržba na návštěvu	49
2.4.3 Počet objednávek na 1000 návštěv	57
3 Závěr	63
Seznam použité literatury	64
Ostatní zdroje	64
Seznam grafů	65
Seznam tabulek	66

Úvod

Časové řady se používají na popis nejen společenských, ale i ekonomických jevů respektive statistických dat, popisující tyto jevy v čase. Zápis těchto jevů pomocí časových řad umožňuje provádět nejen kvantitativní analýzu zákonitostí v jejich dosavadním průběhu, ale dává zároveň možnost prognózovat jejich vývoj v budoucnosti.

První část práce obsahuje teoretické podklady respektive pilíře práce, které budou podkladem k praktické části a ze kterých se bude vycházet při realizaci příslušných charakteristik časových řad. Tyto poznatky se budou týkat nejen časových řad, jejich charakteristik a metod prognózování, ale také regresní analýzy.

V druhé části této práce, tedy v praktické části, realizují pomocí již zmíněných teoretických východisek analýzu návštěvnosti a objednávek e-shopu. Tato analýza obsahuje regresní analýzu, test statické významnosti a určení sezónních výkyvů, to vše doplněné o grafy s patřičným komentářem. U každého ukazatele, zdali je to možné, je graficky zobrazen trend včetně prognózy a odchylky s jakou je prognóza určena. Na konci každého ukazatele je srovnání prognózy s reálným vývojem v prvních měsících 2011.

Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je pomocí regresní analýzy a časových řad provést analýzu e-shopu firmy ECOPRINT s.r.o. Jako vstupní data slouží údaje o návštěvnosti a objednávkách za roky 2009 a 2010 získané přímo z e-shopu společnosti. Tato data jsou dále rozvedena a přepočítána na odvozené ukazatele které mohou být pro firmu užitečné.

Na základě této analýzy lze zjistit, jak se podniku ve zkoumaném období vedlo, a případně dovolí-li to situace, stanovit prognózy sledovaných ukazatelů. Abych mohla provést tuto analýzu, použiji vybrané metody matematické statistické analýzy, jako jsou testy statických hypotéz, regresní analýza a charakteristiky časových řad.

1 Teoretická část

V této práci budu používat pojmy, vzorce a statistické metody dle literatury 1-5 (viz Seznam použitých zdrojů).

1.1 Regresní analýza

V ekonomice a přírodních vědách se často pracuje s proměnnými veličinami, kdy mezi *nezávisle proměnnou*, označenou x , a *závisle proměnnou*, označenou y , kterou měříme či pozorujeme, existuje nějaká závislost. Ta je buď vyjádřena funkčním předpisem $y = \varphi(x)$, kde ale funkci $\varphi(x)$ neznáme nebo tuto závislost nelze „rozumnou“ funkcí vyjádřit. Víme jen, že při nastavení určité hodnoty nezávisle proměnné x dostaneme jednu hodnotu závisle proměnné y .

Při měření nebo pozorování hodnot závisle proměnné y , a při předem určených hodnotách nezávisle proměnné x , získáváme postupně n dvojic (x_i, y_i) , kde $i = 1, 2, \dots, n$, přičemž $n > 2$, kde x_i určuje předem nastavenou hodnotu nezávisle proměnné x v i -tém pozorování nebo měření a y_i k ní přiřazenou hodnotu závisle proměnné y .

Proměnná y tedy vystupuje jako náhodná veličina označená Y , často ovlivňována různými jevy a vlivy (tzv. „šumy“), které nejsme předem schopni určit. „Šum“ je tedy *náhodná veličina* (e), u níž budeme pro zjednodušení předpokládat, že její střední hodnota je rovna nule, tj. $E(e) = 0$, což udává, že při měření se nevyskytují systematické chyby a výchyly od skutečné hodnoty. To znamená, že „šumy“, jsou rozloženy kolem středu hodnoty ať už v kladném nebo záporném smyslu.

Aby bylo možné závislost náhodné veličiny Y na proměnné x vyjádřit, musíme zavést podmíněnou střední hodnotu náhodné veličiny Y pro hodnotu x , označenou $E(Y|x)$ a pokládáme ji rovnou zvolené funkci, kterou označíme $\eta(x; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$, pro zjednodušení použijeme zkráceně $\eta(x)$. Vzorec pro vztah střední hodnoty $E(Y|x)$ funkce $\eta(x)$ lze zapsat takto

$$E(Y|x) = \eta(x; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p) \quad (1.1)$$

Funkce $\eta(x)$ je funkcí nezávisle proměnné x a obsahuje neznámé parametry, označené $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, kde $p \geq 1$. Funkce $\eta(x)$ se nazývá *regresní funkce* a parametry $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ nazýváme *regresními koeficienty*. V terminologii regresní analýzy se proměnná x nazývá *vysvětlující* a veličina y *vysvětlovanou* proměnnou. Pokud je funkce

$\eta(x)$ pro zadaná data určená, pak říkáme, že jsme zadaná data „vyrovnali regresní funkcí“. Účelem regresní analýzy je zvolit takovou funkci $\eta(x)$, aby po dosazení nezávisle proměnné x_i mohla s co největší přesností určit hodnoty y_i .

1.1.1 Regresní přímka

Vyrovnaní hodnot regresní funkce $\eta(x)$, která je v tomto případě vyjádřena přímkou $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x$, představuje vzorec:

$$E(Y|x) = \eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x \quad (1.2)$$

Odhady koeficientů β_1 a β_2 regresní přímky pro zadané dvojice (x_i, y_i) označíme b_1 a b_2 . Tyto koeficienty určíme pomocí vzorců

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2}, \quad b_1 = \bar{y} - b_2 \bar{x} \quad (1.3)$$

kde \bar{x} resp. \bar{y} jsou výběrové průměry, pro něž platí:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (1.4)$$

Odhad regresní přímky, označený $\hat{\eta}(x)$, je tedy dán předpisem

$$\hat{\eta}(x) = b_1 + b_2 x \quad (1.5)$$

Vlastnosti koeficientů regresní přímky

Protože koeficienty regresní přímky b_1 a b_2 vychází z naměřených hodnot závisle proměnné y_i , jejíž hodnoty se při opakování měření mění, tak v případě kdy budeme měření opakovat vícekrát, dostaneme vždy obecně jiné hodnoty y_i a tudíž i jiné hodnoty koeficientů b_1 , b_2 a jinou regresní přímku. Z toho vyplývá, že vypočtené regresní koeficienty a regresní přímka jsou náhodnými veličinami B_1 , B_2 a $\hat{\eta}(x)$, jež nazveme *statistikami*.

Je potřeba uvést i další předpoklady o vlastnostech náhodných veličin e_i , představující „šumy“, které ovlivňují hodnoty závisle proměnné.

Tyto předpoklady vyjadřují, že náhodné veličiny e_i mají nulové střední hodnoty a stejný rozptyl σ^2 . To znamená, že měření závisle proměnné není zatíženo systematickými chybami a tím pádem rozptyly chyb měření nejsou závislé na jednotlivých hodnotách nezávisle proměnné. Dalším z předpokladů je, že kovariance

náhodných veličin e_i a e_j kde $i \neq j$, je rovna nule, což znamená, že náhodné veličiny jsou nekorelované a tím pádem mezi nimi lineární korelační vazba.

Pokud jsou splněny uvedené předpoklady, pak pro náhodné veličiny Y_i platí, že střední hodnoty se rovnají hodnotám regresní přímky, jejich rozptyl je stejný jako rozptyl náhodných veličin e_i a náhodné veličiny Y_i a Y_j , kde $i \neq j$, jsou nekorelované.

Díky výše uvedeným podmínkám lze odvodit, že pro střední hodnoty statistik B_1 a B_2 platí, že jsou *nestrannými bodovými odhady* koeficientů β_1 a β_2 . To značí, že když vypočteme uvedené koeficienty pro několik sérií měření veličin y , pak průměry získaných regresních koeficientů jsou rovné regresním koeficientům β_1 a β_2 .

Jsou-li splněny předpoklady o vlastnostech náhodných veličin e_i , pak je rozptyl statistiky B_2 dán vzorcem

$$D(B_2) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2} \quad (1.6)$$

Hodnota rozptylu σ^2 charakterizuje přesnost měření. Pokud tato hodnota není zadána, lze ji odhadnout pomocí tzv. *reziduálního součtu čtverců*, označeným S_R , který se rovná součtu kvadrátů *reziduí* \hat{e}_i , jež vyjadřují odchylky zadaných hodnot y_i od hodnot regresní přímky $\hat{D}(B_1)$

$$S_R = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{n}(x_i))^2 \quad (1.7)$$

Reziduální součet čtverců charakterizuje stupeň rozptýlení pozorovaných hodnot závisle proměnné kolem určené regresní přímky. Odhad rozptylu σ^2 , označený $\hat{\sigma}^2$, je pak roven

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{S_R}{n-2} \quad (1.8)$$

kde n je počet naměřených dvojic (x_i, y_i) .

Po dosazení odhadu rozptylu $\hat{\sigma}^2$ do vzorce (1.6) dostaneme odhad rozptylu označeného $\hat{D}(B_2)$.

Jestliže k předpokladům o vlastnostech náhodných veličin e_i , přidáme další předpoklad, že rozdělení náhodných veličin e_i je normální, pak statistiky

$$T_{B_l} = \frac{B_l - \beta_l}{\sqrt{\widehat{D}(B_l)}} \text{ kde } l = 1, 2 \quad (1.9)$$

mají *Studentovo rozdělení* o $n-2$ stupních volnosti a můžeme pomocí nich testovat hypotézy o jednotlivých parametrech β_1, β_2 .

1.2 Testy statistických hypotéz

Statická hypotéza je tvrzení, týkající se parametrů znaku X .

Test statické hypotézy je postup, pomocí něhož na základě informací, získaných z datového souboru, rozhodujeme o tom, zda statistickou hypotézu přijmeme či zamítneme.

Nulová hypotéza je hypotéza, o jejímž přijmutí či zamítnutí rozhodujeme pomocí testu. Označujeme ji H_0 .

Alternativní hypotéza je protiklad nulové hypotézy. Označujeme ji H_1 .

1.2.1 Postup při testu statické hypotézy

1. Formulujeme nulovou hypotézu H_0 a k ní alternativní hypotézu H_1 .
2. K testování nulové hypotézy H_0 použijeme náhodnou veličinu, jenž je funkcí náhodného výběru X . Označíme ji obecně G a nazveme *testovým kritériem*. Z datového souboru x vypočteme její realizovanou, kterou označíme g .
3. Ke zvolenému číslu α (0,05 nebo 0,01), nazvanému *hladina významnosti*, určíme tzv. *kritický obor* W_α , ve kterém se při platnosti hypotézy H_0 realizuje nejvýše $100\alpha\%$ hodnot testového kritéria G .
4. Podle toho, jestli se testové kritérium G realizuje v kritickém oboru W_α , přijmeme následující rozhodnutí:
 - a. Pokud $g \in W_\alpha$, zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy
 - b. Pokud $g \notin W_\alpha$, přijímáme nulovou hypotézu.

1.3 Časové řady

Časovou (též dynamickou, vývojovou či chronologickou) řadou rozumíme statistická data popisující společenské a ekonomické jevy, uspořádané v přirozené časové posloupnosti ve směru od minulosti k přítomnosti. Nezbytnou podmínkou srovnatelnosti údajů v časové řadě je jejich shodné věcné a prostorové vymezení v celém zkoumaném časovém úseku. Pokud v rámci zkoumaného časového úseku dojde ke změnám ve vymezení zkoumaného ukazatele (což není nic neobvyklého, pokud je tento časový úsek relativně dlouhý), je třeba odpovídajícím způsobem zabezpečit srovnatelnost údajů v časové řadě.

Zápis statistických dat pomocí časových řad umožňuje provádět nejen kvantitativní analýzu zákonitostí v jejich dosavadním průběhu, ale dává zároveň možnost prognózovat jejich vývoj.

1.3.1 Základní dělení

Časové řady dělíme na řady intervalové a okamžikové.

Intervalové časové řady

Intervalové časové řady charakterizují kolik jevů, věcí, událostí apod. vzniklo či zaniklo v určitém časovém intervalu. Údaje intervalových časových řad lze smysluplně sčítat a tím lze vytvořit součty za více období.

Při zpracování je nutné přihlédnout k tomu, zda délka časových intervalů, v nichž se hodnoty časové řady měří, je stejná nebo rozdílná. Rozdílná délka intervalů totiž ovlivňuje hodnoty ukazatelů intervalových časových řad a tím zkresluje jejich vývoj. Proto je nutné dbát u časových řad na srovnatelnost údajů z hlediska délky rozhodné doby, což lze provádět několika způsoby.

Jedním ze způsobů je přepočet původních údajů na stejně dlouhý časový interval. Např. přepočet měsíčních údajů lze provést tak, že se hodnota ukazatele v jednotlivých měsících vydělí příslušným počtem dnů v měsíci a vynásobí 30.

Další ze způsobů spočívá v tom, že se nejdříve vypočítá průměrná délka měsíce, která je přibližně rovna 30,42 dnům. Pak se hodnota ukazatele v příslušném měsíci vynásobí tímto koeficientem a vydělí počtem dnů v měsíci.

Okamžikové časové řady

Charakterizují kolik jevů, věcí, událostí apod. existuje v určitém časovém okamžiku. Sčítání údajů okamžikových časových řad nemá reálnou interpretaci. Protože se hodnoty okamžikových časových řad vztahují k předem zvoleným časovým okamžikům, nesetkáváme se u okamžikových časových řad s problémy výpočtu délek intervalů jako u časových řad intervalových.

1.3.2 Charakteristiky časových řad

Časové řady je možné analyzovat různými způsoby. Jedním z pohledů, který napomáhá získat více informací o průběhu časové řady, je pohled prostřednictvím charakteristik časových řad.

Použití charakteristik časových řad je ovlivněno některými vlastnostmi zkoumané časové řady. Pro nejsnadnější výpočty se hodí časové řady, u kterých jsou intervaly stejně dlouhé. Jejich hodnoty jsou tedy získávány vždy po stejně dlouhém časovém okamžiku.

V následujících výpočtech charakteristik jsou hodnoty uvažované časové řady označeny y_i , kde $i = 1, 2, \dots, n$; a jednotlivé hodnoty jsou zadány v časových intervalech označených t_i .

Průměr intervalové řady

Průměr intervalové časové řady, který označujeme \bar{y} , se počítá jako aritmetický průměr hodnot časové řady v jednotlivých intervalech.

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (1.10)$$

U průměrů časových řad je nutné si uvědomit, že tato charakteristika nemá dostatečnou vypovídací schopnost v případě, kdy časová řada vykazuje určitý rostoucí nebo klesající trend. V tomto případě nemá průměr žádnou vypovídací hodnotu. Jeho interpretace je vhodnější u časových řad, které kolísají. Pak je možné interpretovat průměr jako hodnotu, kolem které ostatní hodnoty kolísají a vyslovit tak například prognózu o dalším přibližném vývoji časové řady.

Chronologický průměr

Průměr okamžikové časové řady nazývaný chronologický průměr označujeme stejně jako průměr intervalové časové řady \bar{y} . Počítáme jej pomocí vzorce

$$\bar{y} = \frac{1}{n-1} \left[\frac{y_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} y_i + \frac{y_n}{2} \right] \quad (1.11)$$

První diference

Nejjednodušší charakteristikou pro popis vývoje časové řady jsou první diference (nebo také absolutní přírůstky), jež označujeme ${}_1d(y)$. Výpočet se provádí odečtením dvou po sobě jdoucích hodnot v časové radě.

$${}_1d(y) = y_i - y_{i-1}, \quad i = 2, 3, \dots, n \quad (1.12)$$

Průměr prvních diferencí

Průměr prvních diferencí označený $\overline{{}_1d(y)}$ vyjadřuje, o kolik se průměrně změnila hodnota časové řady za jeden časový interval.

$$\overline{{}_1d(y)} = \frac{y_n - y_1}{n - 1} \quad (1.13)$$

Průměr prvních diferencí tedy určuje průměrný přírůstek nebo úbytek hodnot časové řady vždy oproti předchozím hodnotám. Stejně jako průměr časové řady nedokáže průměr prvních diferencí věrně zachytit trendy, které by se u prvních diferencí vyskytly. Vzorec pro výpočet průměru prvních diferencí v upraveném tvaru závisí pouze na první a poslední hodnotě časové řady a počtu prvků časové řady, o průběhu uvnitř časové řady tedy nemá žádnou vypovídací schopnost.

Koeficient růstu

Koeficienty růstu, které se označují $k_i(y)$, ukazují, jak rychle probíhá růst nebo pokles hodnot časové řady. Počítá jako poměr dvou po sobě jdoucích hodnot časové řady ze vzorce

$$k_i(y) = \frac{y_i}{y_{i-1}}, \quad i = 2, 3, \dots, n \quad (1.14)$$

Hodnota koeficientu růstu ukazuje, kolikrát je hodnota časové řady větší nebo menší v konkrétním okamžiku oproti předcházejícímu. Pokud hodnoty koeficientů růstu kolísají kolem konstanty, lze vystihnout trend časové řady exponenciální funkcí.

Průměrný koeficient růstu

Průměrný koeficient růstu, označený $\overline{k(y)}$, vyjadřuje průměrnou změnu koeficientů růstu za jednotkový časový interval. Počítá se jako geometrický průměr pomocí vzorce y_i

$$\overline{k(y)} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \quad (1.15)$$

U průměrného koeficientu růstu výpočet (stejně jako u průměru prvních diferencí) opět závisí charakteristika pouze na první a poslední hodnotě časové řady. Hodnoty, které leží uvnitř intervalu, nemají na tento ukazatel žádný vliv. Proto není možné pomocí této charakteristiky zohlednit rostoucí nebo klesající trend. Význam má při kolísání hodnot kolem určité konstanty.

1.3.3 Dekompozice časových řad

Časové řady mohou být v praxi tvořeny několika složkami, které ovlivňují její průběh. Tento jev je častý u časových řad z ekonomické oblasti. Aby bylo možné úspěšně zkoumat složky, které mají trend, je třeba časovou řadu rozložit na jednotlivé složky. Jedním ze způsobů rozkladu časové řady je tzv. aditivní dekompozice.

U aditivní dekompozice lze hodnoty y_i časové řady vyjádřit součtem podle vzorce

$$y_i = T_i + S_i + C_i + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1.16)$$

kde jednotlivé sčítance v čase t_i vyjadřují:

T_i – trendová složka,

S_i – sezónní složka,

C_i – cyklická složka,

e_i – náhodná složka,

Časovou složku si můžeme představit jako trend, ke kterému jsou přidány ostatní složky. Ne u všech časových řad se však vyskytují všechny složky.

Trendová složka

Identifikace trendové složky a její následný popis patří k nejdůležitější úloze modelování časové řady. A to proto, že popis dlouhodobé vývojové tendence ukazatele sledovaného v časové řadě je rozhodujícím východiskem všech prognostických činností.

Trend vyjadřuje obecnou tendenci dlouhodobého vývoje sledovaného ukazatele v čase. Může být rostoucí, klesající nebo konstantní. Je-li ukazatel dané časové řady v průběhu celého sledovaného období v podstatě na stejné úrovni, a kolem této úrovně pouze kolísá, pak je časová řada bez trendu.

Sezónní složka

Sezónní složka je pravidelně se opakující odchylka od trendové složky, vyskytují se u časových řad údajů s periodicitou kratší než jeden rok nebo rovnou právě jednomu roku. Příčiny sezónního kolísání mohou být různé. Dochází k nim v důsledku přímého působení sluneční soustavy na Zemi, tj. vlivem změn jednotlivých ročních období (třeba zvýšená spotřeba nápojů v letním období opakující se každoročně, zde tedy jde o periodický pohyb s délkou vlny jeden rok), dále vlivem různé délky měsíčního či pracovního cyklu nebo též vlivem různých společenských zvyklostí (výplata mezd a nákupy v maloobchodech vždy v určitou dobu, svátky dovolené, vánoční nákupy, atd.). Pro zkoumání sezónní složky jsou vhodná data s měsíčním či čtvrtletním měřením.

Cyklická složka

Cyklická složka je nejspornější složkou časové řady, a to proto, že je ovlivněna mnoho vnějšími a vnitřními vlivy, které je obtížné určit. Cyklická složka se projevuje nahodilým kolísáním okolo trendu, kdy nelze počítat se stálou délkou a intenzitou jednotlivých cyklů.

Popis trendu pomocí regresní analýzy

Regresní analýza, která je popsána v první kapitole 1.1, patří k nejoblíbenějšímu způsobu popisu vývoje časové řady. Nejen že umožňuje vyrovnání zadaných dat časové řady, ale můžeme díky ní stanovit i prognózu dalšího vývoje.

Při vyrovnaní sledovaných dat pomocí regresní analýzy předpokládáme, že časová řada, jejíž hodnoty jsou y_1, y_2, \dots, y_n , lze rozložit na její trendovou a náhodnou složku.

$$y_i = T_i + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1.17)$$

Určení sezónní složky

Při analýze časových řad se často setkáme s existencí sezónních vlivů, které jsou v modelu časové řady vyjádřeny sezónní složkou. Ta představuje různé příčiny, které se pravidelně každý rok opakují a ovlivňují tak hodnoty dané řady. Jejich výsledkem jsou pravidelně střídající se výkyvy hodnot vůči běžnému vývoji řady v průběhu let. Eliminace sezónní složky z časových řad patří k základním nástrojům „zprůhlednění“ časové řady a přesnějšímu vyjádření trendové složky.

Budeme-li vycházet ze vzorce (1.16) a budeme-li se zabývat pouze složkami ovlivňující řadu v době kratší než jeden rok, můžeme časovou řadu vyjádřit součtem

$$y_i = T_i + S_i + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1.18)$$

Předpokládáme, že časová řada se skládá z K period o L obdobích v každé periodě. Aby bylo na první pohled zřejmé, kterému období ve které periodě veličiny náleží, přidělíme hodnotám časové řady y_i a příslušným časovým úsekům t_i nové indexy. Označení pak bude t_{lk} a y_{lk} , kde index l značí období, přičemž $l = 1, 2, \dots, L$, a index k periodu, kde $k = 1, 2, \dots, K$.

Pokud uvažujeme, že trendová složka lze vyjádřit přímkou $\beta_1 + \beta_2 t$, můžeme vyrovnanou hodnotu časové řady k -té periody v l -tém období označit η_{lk} a vyjádřit součtem

$$\eta_{lk} = \beta_1 + \beta_2 t_{lk} + v_l \quad (1.19)$$

Kde v_l je „sezónní výkyv“ v l -tém období každé periody a t_{lk} je časová proměnná l -tého období v k -té periodě. Časovou proměnnou vypočítáme:

$$t_{lk} = (k - 1)L + l \quad (1.20)$$

Zavedeme pomocnou proměnnou c_l , kterou využijeme pro zjednodušení výpočtu.

$$v_l = c_l - b_1 \quad (1.21)$$

Pokud platí podmínka, že sezónní výkyvy jsou během roku jak kladné, tak i záporné, a jejich součet je během roku roven nule, za pomoci proměnné c_l dostaneme vzorec

$$b_1 = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L c_l \quad (1.22)$$

Odhad koeficientu b_2 a hodnoty pomocné proměnné c_l lze vypočíst ze soustavy rovnic:

$$\begin{aligned} c_l K + b_2 \sum_{k=1}^K t_{lk} &= \sum_{k=1}^K y_{lk} \\ \sum_{l=1}^L c_l \sum_{k=1}^K t_{lk} + b_2 \sum_{l=1}^L c_l \sum_{k=1}^K t_{jk}^2 &= \sum_{l=1}^L c_l \sum_{k=1}^K y_{lk} t_{lk} \end{aligned} \quad (1.23)$$

Postup při vyšetření sezónní složky je pak následující:

- ze soustavy rovnic dané vzorci (1.23) vypočítáme hodnoty c_l a odhad koeficientu b_2
- koeficient b_1 určíme dosazením vypočtených hodnot do vzorce (1.22)
- spočítáme sezónní výkyvy dle vzorce (1.21)

2 Praktická část

2.1 Základní informace o společnosti

Obchodní jméno:	Ecoprint s.r.o.
Sídlo firmy:	Štefánikova 52, 612 00 Brno, Česká Republika
Právní forma:	Společnost s ručením omezeným
Datum vzniku:	25.08.1998
IČO:	25537369
Počet zaměstnanců:	13
Majitel firmy:	Milan Sedlák
Předmět podnikání:	Servis tiskáren, multifunkčních zařízení, kopírek a faxů, renovace tonerových a inkoustových kazet, prodej etiket, štítků, papírů, kancelářských potřeb, příslušenství k PC, atd.

Firma v roce 1998 přišla na trh jako jedna z prvních, které nabízely levnější varianty tisku a to díky renovacím tonerových a inkoustových kazet. Tím získala obrovskou výhodu, a jelikož takřka neměla konkurenci, začala se rychle rozvíjet. V průběhu roku 1999 došlo k rapidnímu nárůstu počtu zákazníků, přičemž stále více bylo zákazníků z regionu Prahy. To přimělo Ecoprint otevřít na podzim roku 2000 první pobočku v Praze. Za rok po otevření pobočky Praha se z důvodu velkého zvýšení zájmu o služby na pražském trhu přestěhovala do větších prostor, čímž se na pobočce podstatně rozšířily skladové zásoby. V roce 2002, po předchozím průzkumu trhu a angažování obchodníka k akviziční činnosti, firma otevřela druhou pobočku v Ostravě.

Od roku 2004 je ve firmě zaveden certifikát jakosti ISO 9001:2001, který se každoročně obnovuje. V roce 2006 proběhla rekonstrukce internetových stránek, v rámci které firma zprovoznila i e-shop. Když v roce 2008 naplno propukla krize v IT, donutilo to firmu změnit strategii prodeje na severní Moravě. Změna spočívala ve zrušení ostravské prodejny, které nahradilo pouze odběrní místo e-shopu pro Ostravu a okolí. Ostravská pobočka se ale zároveň stala centrem vývoje e-shopu.¹

¹ Ecoprint s.r.o. [online]

2.2 Zdroje vstupních dat

Vstupní data ve formě dvou datových souborů jsem získala přímo z e-shopu společnosti. Data jsou omezená pouze na roky 2009 a 2010, a to z důvodu, že údaje o návštěvnosti a objednávkách byly v takové formě jako nyní zaznamenávány až od konce roku 2008. Soubory dat obsahovaly mimo potřebných informací i mnoho dalších údajů, které v této práci nevyužiji, nebyly seříděné dle období, a jen těžko by se s nimi dalo v nezměněné formě pracovat. Údaje o objednávkách a návštěvnosti jsem tedy seřídila podle data, přidala názvy měsíců, odstranila přebytečné informace, a pomocí souhrnů získala hodnoty, které již bylo možné dále rozvíjet a analyzovat. Základními daty jsou počty návštěv, počty objednávek a tržba z objednávek za měsíc. Odvozenými pak průměrná objednávka, tržba na návštěvu a počet objednávek na 1000 návštěv.

2.3 Intervalové řady

Abychom se vyhnuli zkreslení vývoje časové řady kvůli rozdílné délce měsíců, jsou tyto řady přepočítány na stejně dlouhé intervaly. Hodnoty ukazatele jsou vynásobeny průměrnou délkou měsíce, která se rovná přibližně 30,42 dnům, a následně vyděleny příslušným počtem dnů v měsíci.

2.3.1 Počet návštěv

Počet návštěv vyjadřuje počet lidí, resp. IP adres, kteří navštívili e-shop v jednotlivých měsících. Návštěvy jsou zaznamenávány v reálném čase, a to tak, že každá IP adresa je započítána jen jednou za den (0-24 hod.).



Graf 1: Počet návštěv za měsíc
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Při prvním pohledu na graf, jistě zaujmou dvě „vybočující“ hodnoty v listopadu 2009 a prosinci 2010. Tyto extrémní hodnoty jsou způsobeny reklamou – soutěží o ceny, která lidi motivovala k návštěvě stránek (avšak bez nutnosti vytvoření objednávky). Tyto hodnoty však nebudeme nijak upravovat, jelikož je již ve firmě zvykem, že ke konci roku nasadí takovou reklamu, aby přilákala více lidí na e-shop.

Regresní analýza

Jako první se pokusíme určit trend časové řady. Budeme vycházet ze vzorce (1.17), který pro zjednodušení uvažuje, že se časová řada skládá pouze z trendové složky T_i a náhodné složky e_i . Pro určení trendu použijeme regresní přímkou. Abychom mohli určit rovnici regresní přímky, vypočítáme v první řadě výběrové průměry $\bar{t} = 12,5$, $\bar{y} = 23\,457$ (1.4), a koeficienty $b_1 = 20\,322$, $b_2 = 251$ (1.3). Tyto hodnoty pak dosadíme do vzorce (1.5)

$$\hat{\eta}(t) = 20\,322 + 251 \cdot t, t = 1, 2, \dots, 24$$

V následující tabulce jsou zobrazeny hodnoty vyrovnané regresní přímkou $\hat{\eta}(t)$ i hodnoty představující náhodnou složku e_i . Náhodná složka představuje rozdíl zadané hodnoty y_i a vyrovnané hodnoty $\hat{\eta}(t)$.

i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i
1	leden 09	26 998	20 573	6 425	13	leden 10	29 002	23 582	5 420
2	únor 09	24 426	20 824	3 602	14	únor 10	27 538	23 833	3 705
3	březen 09	21 807	21 075	733	15	březen 10	29 699	24 084	5 615
4	duben 09	14 172	21 325	-7 154	16	duben 10	24 349	24 334	15
5	květen 09	13 555	21 576	-8 022	17	květen 10	20 079	24 585	-4 506
6	červen 09	15 974	21 827	-5 853	18	červen 10	17 965	24 836	-6 871
7	červenec 09	15 998	22 078	-6 080	19	červenec 10	19 498	25 086	-5 588
8	srpen 09	15 958	22 328	-6 371	20	srpen 10	17 634	25 337	-7 703
9	září 09	19 943	22 579	-2 636	21	září 10	20 211	25 588	-5 377
10	říjen 09	30 538	22 830	7 708	22	říjen 10	20 958	25 839	-4 880
11	listopad 09	42 326	23 081	19 246	23	listopad 10	29 863	26 089	3 774
12	prosinec 09	27 619	23 331	4 288	24	prosinec 10	36 849	26 340	10 509

Tabulka 1: Počet návštěv za měsíc - vyrovnané hodnoty
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Test statistické významnosti

Abychom zjistili, zda je trend vyrovnaný regresní přímkou významný pro určení prognózy, provedeme Test statistické významnosti koeficientu b_2 od nuly.

1. $H_0: b_2 = 0$, koeficient b_2 se rovná nule, což znamená, že hodnoty časové řady se pohybují víceméně kolem konstanty a trend časové řady není významný.

$H_1: b_2 \neq 0$, koeficient b_2 je různý od nuly, což znamená, že trend je významný, a musíme ho při určování prognózy zohlednit.

c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}
26817	24630	24232	17571	14958	14942	15551	14430	17543	23045	33222	29193

Tabulka 2: Počet návštěv za měsíc - koeficienty c_l

Pomocí (1.22) vypočteme koeficient $b_l = 21\,345$. Nyní, když máme hodnoty všech potřebných koeficientů, určíme hodnoty sezónních výkyvů v_l dle (1.21).

v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}
5473	3286	2888	-3774	-6386	-6403	-5793	-6914	-3802	1700	11878	7848

Tabulka 3: Počet návštěv za měsíc - sezónní výkyvy

Vzhledem k tomu, že trend v tomto případě není popsán regresní přímkou, ale pouze konstantou, odstraníme ve vzorci (1.19) část vyjadřující nárůst/pokles přímky ($\beta_2 t_{lk}$). Upravený vzorec pak vypadá takto:

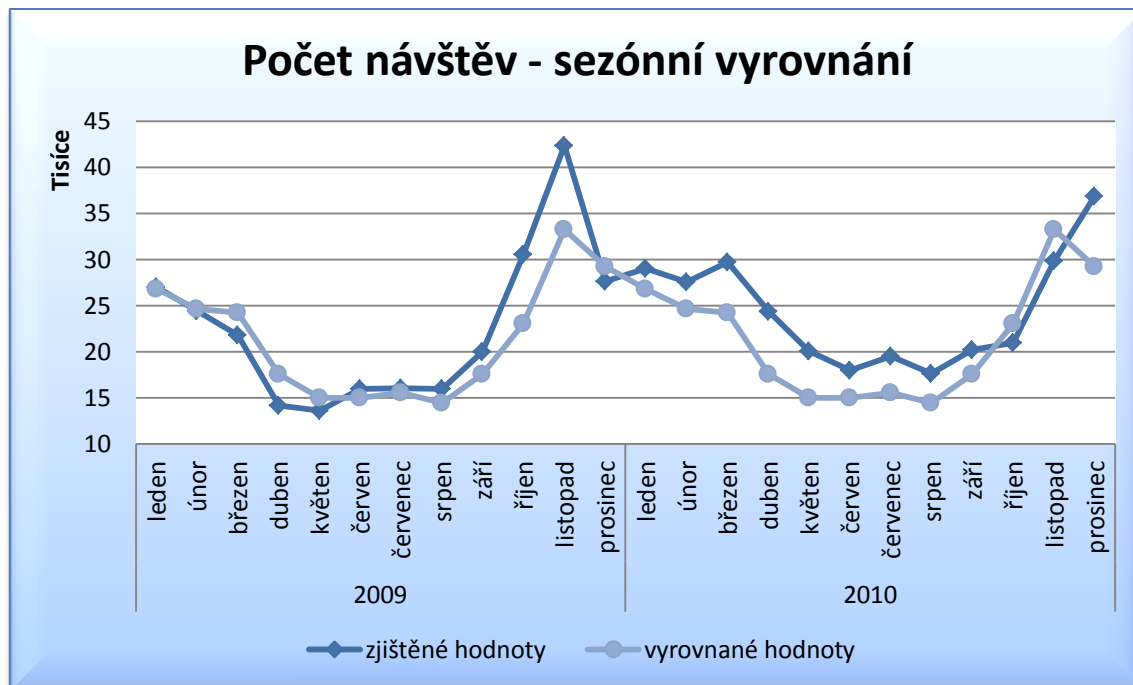
$$\hat{\eta}_l = b_1 + v_l$$

V následující tabulce jsou v třetím a devátém sloupci uvedeny reálné hodnoty y_t , ve čtvrtém a desátém sloupci vyrovnané hodnoty $\hat{\eta}_l$, které se rovnají součtu koeficientu $b_l = 21\,345$ a sezónního výkyvu v_l uvedenému v Tabulce 3. Sloupce e_{tl} představují náhodnou složku, tedy rozdíl mezi reálnými a vyrovnanými hodnotami. Tento rozdíl lze vyjádřit i v procentech, a to tak, že vydělíme reálné hodnoty vyrovnanými hodnotami a odečteme 1. Náhodnou složku vyjádřenou v procentech označíme o_{tl} a nazveme odchylkou.

l	t	y_t	$\hat{\eta}_l$	e_{tl}	o_{tl}	l	t	y_t	$\hat{\eta}_l$	e_{tl}	o_{tl}
1	leden 09	26 998	26817	181	1	1	leden 10	29 002	26817	2 185	8
2	únor 09	24 426	24630	-204	-1	2	únor 10	27 538	24630	2 908	12
3	březen 09	21 807	24232	-2 425	-10	3	březen 10	29 699	24232	5 467	23
4	duben 09	14 172	17571	-3 399	-19	4	duben 10	24 349	17571	6 778	39
5	květen 09	13 555	14958	-1 404	-9	5	květen 10	20 079	14958	5 121	34
6	červen 09	15 974	14942	1 032	7	6	červen 10	17 965	14942	3 023	20
7	červenec 09	15 998	15551	447	3	7	červenec 10	19 498	15551	3 947	25
8	srpen 09	15 958	14430	1 528	11	8	srpen 10	17 634	14430	3 204	22
9	září 09	19 943	17543	2 401	14	9	září 10	20 211	17543	2 668	15
10	říjen 09	30 538	23045	7 493	33	10	říjen 10	20 958	23045	-2 086	-9
11	listopad 09	42 326	33222	9 104	27	11	listopad 10	29 863	33222	-3 359	-10
12	prosinec 09	27 619	29193	-1 574	-5	12	prosinec 10	36 849	29193	7 657	26

Tabulka 4: Počet návštěv za měsíc- sezónní vyrovnání
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

I když z Tabulky 4 vidíme, že odchylky 20-40% nejsou výjimkou, vzhledem k tomu, že se jedná o kladné odchylky, je to jev spíše pozitivní. Naproti tomu se ve zkoumaném období nevyskytují odchylky nižší než -20%, což můžeme použít při stanovení prognózy minimální návštěvnosti.



Graf 2: Počet návštěv za měsíc - sezónní vyrovnání
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Koeficient růstu vyrovnaných hodnot

Koeficient růstu vyjadřuje, kolikrát se zvýšil počet návštěvníků oproti minulému měsíci. V tomto případě je počítán z vyrovnaných hodnot, a to proto, že vyrovnané hodnoty se v jednotlivých letech nemění a tak je lze použít i pro odhad růstu či poklesu hodnot v dalších letech.

Jednotlivé koeficienty růstu vypočítáme pomocí vzorce (1.14)

$$k_i(\hat{\eta}_i) = \frac{\hat{\eta}_i}{\hat{\eta}_{i-1}}, \quad i = 2, 3, \dots, 12$$

i	měsíc	$\hat{\eta}_i$	$k_i(\hat{\eta}_i)$
1	leden	26817	-
2	únor	24630	0,92
3	březen	24232	0,98
4	duben	17571	0,73
5	květen	14958	0,85
6	červen	14942	1,00
7	červenec	15551	1,04
8	srpen	14430	0,93
9	září	17543	1,22
10	říjen	23045	1,31
11	listopad	33222	1,44
12	prosinec	29193	0,88

Tabulka 5: Počet návštěv za měsíc - koeficient růstu
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Prognóza

Prognózu pro první čtyři měsíce roku 2011, určíme pomocí upraveného vzorce (1.19) $\eta_t = \beta_1 + v_t$.

Leden 2011	$\hat{\eta}_1 = 21\,345 + 5\,472 = 26\,817$
Únor 2011	$\hat{\eta}_2 = 21\,345 + 3\,286 = 24\,630$
Březen 2011	$\hat{\eta}_3 = 21\,345 + 2\,888 = 24\,232$
Duben 2011	$\hat{\eta}_4 = 21\,345 - 3\,744 = 17\,571$

Jelikož časová řada počtu návštěv má konstantní trend, lze vypočítaný koeficient růstu z Tabulky 5 využít i pro určení prognózy prvních měsíců 2011. Odchyly sledovaných let o_t stanovené v Tabulce 4, lze brát jako vodítko k určení odchyly prognózy.

Pokud by se počet návštěv i nadále vyvíjel podobně jako v minulých letech, dá se předpokládat, že v lednu 2011 přijde na stránky okolo 27 tis. návštěv, přičemž by tento počet neměl klesnout o více než 20% - tj. pod 21,5 tis. návštěv.

Na základě vypočtené hodnoty koeficientu růstu můžeme v únoru 2011 očekávat pokles návštěvnosti oproti prosinci 2010 asi o 8% oproti lednu. To znamená, že by na stránky mělo přijít asi 24,5 tisíc návštěv. Počet návštěv by se neměl oproti prognóze lišit o více než -20%, nejméně je tedy očekáváno 20 tisíc návštěv.

V březnu by dle koeficientu růstu počet návštěv měl klesnout pouze o 2% a to na hodnotu kolem 24 tisíc návštěv. Tato hodnota by však neměla klesnout pod 19 tisíc.

Není nijak překvapující, že na duben jakožto počátek nejslabších měsíců v roce co se návštěvnosti týče, je prognózováno pouze okolo 17,5 tisíc návštěv. V dubnu bývá také největší pokles návštěv oproti minulému měsíci a to dokonce o cca 27%. I v tomto měsíci může být však počet návštěv nižší než udává prognóza, odchylka -20% (tj. -3,5 tis. návštěv) by však měla být maximální.

Srovnání prognózy s reálným vývojem

V následující tabulce jsou uvedena reálná data (y_t) která byla zjištěna za první čtyři měsíce 2011 (t), ve čtvrtém sloupci ($\hat{\eta}_t$) se nachází vyrovnaná data neboli prognóza. Sloupce e_t a o_t představují náhodnou složku neboli odchylku reálných dat od prognózy. V posledním sloupci jsou uvedeny koeficienty růstu, jenž vyjadřují, kolikrát se doopravdy zvýšil počet návštěv oproti minulému měsíci.

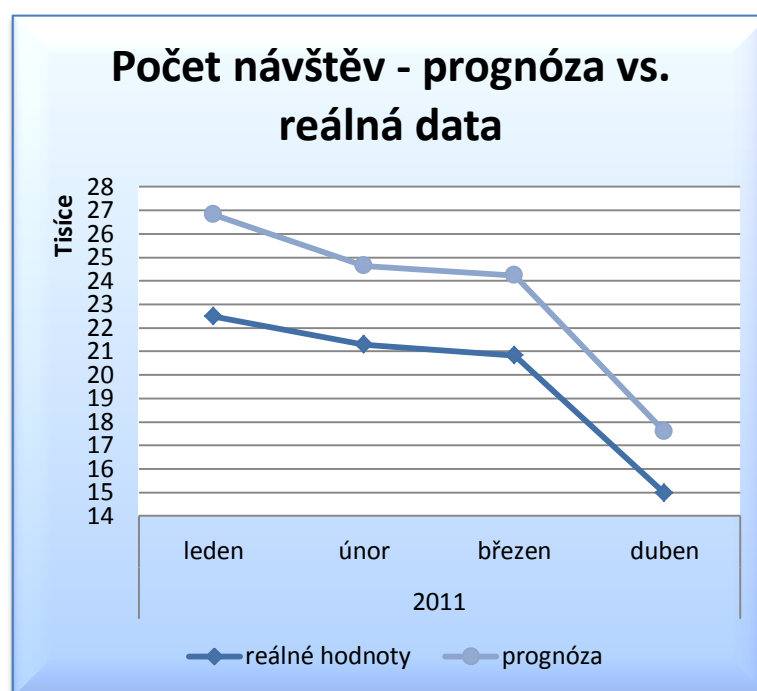
l	t	y_t	$\hat{\eta}_l$	e_l	o_{tl}	$k_l(y_t)$
1	leden 11	22 493	26817	-4 324	-16	-
2	únor 11	21 286	24630	-3 344	-14	0,95
3	březen 11	20 819	24232	-3 413	-14	0,98
4	duben 11	14 954	17571	-2 616	-15	0,72

Tabulka 6: Počet návštěv za měsíc - prognóza vs. reálná data

(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

I když se reálné hodnoty od prognóz liší o -2,5 až -4,5 tisíce návštěv, v šestém sloupci vidíme, že procentuální odchylka reálných hodnot od prognózy nepřesáhla ani v jednom z měsíců -20%. Tím pádem můžeme říci, že byla splněna prognózovaná maximální hodnota záporné odchylky.

Převedením koeficientu růstu na procentuální vyjádření, můžeme zhodnotit, o kolik klesl či stoupl počet návštěv oproti minulému měsíci. V únoru klesly reálné hodnoty oproti lednovým o 5%, což je oproti předpovídaným 8% pozitivní. V březnu a dubnu byl koeficient růstu víceméně stejný jako v prognózách.



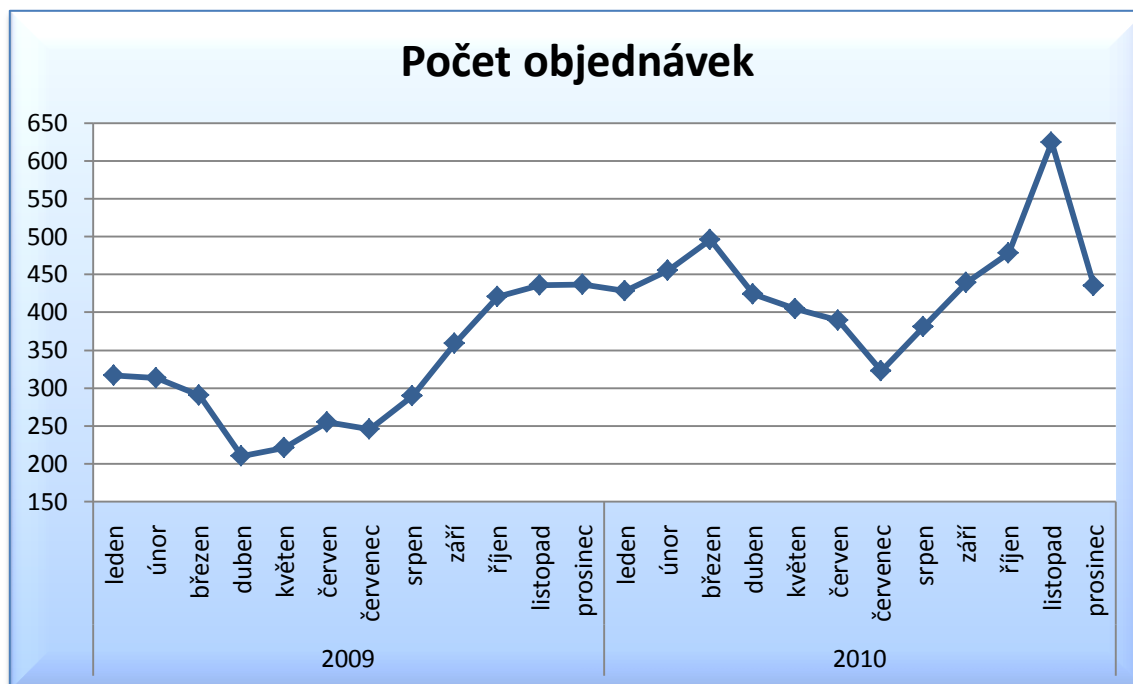
Graf 3: Počet návštěv za měsíc - prognóza vs. reálná data

(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Jak je vidět z grafu, i když reálné hodnoty byly výrazně nižší než předpovídané, zohlednění sezónní složky téměř přesně vystihlo trend reálných dat. Nižší návštěvnost může být způsobena nedostatečnou nebo málo viditelnou reklamou.

2.3.2 Počet objednávek

Počet objednávek je intervalovou řadou vyjadřující počet vytvořených objednávek na e-shopu v jednotlivých měsících.



Graf 4: Počet objednávek za měsíc
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Jak je vidět, zde se extrémní hodnoty v listopadu 2009 a prosinci 2010 neprojeví, lidé se tedy na stránky přišli pouze podívat kvůli zjištění informací do soutěže, avšak z pohledu počtu objednávek byly tyto reklamy nevýznamné.

Při pohledu na graf, mohou zaujmout opět dvě vystupující hodnoty, které však nejsou nijak podloženy. Mohu se pouze domnívat, že hodnota v listopadu 2010 je tak vysoká proto, že lidé v listopadu hodně nakupují dárky na vánoce, firmy se snaží utratit zbylé peníze z rozpočtu na daný rok, a vzhledem ke krizi, která v tu dobu ve většině odvětví značně opadla, je to snad i logické vysvětlení.

Regresní analýza

Při určování trendu počtu objednávek budeme vycházet ze vzorce (1.17), který časovou řadu vyjadřuje jako součet trendové složky T_i a náhodné složku e_i . Pro určení trendové složky použijeme regresní přímku. Pro určení rovnice regresní přímky, potřebujeme znát: výběrové průměry $\bar{t} = 12,5$, $\bar{y} = 378$ (1.4), a koeficienty $b_1 = 250,19$, $b_2 = 10,21$ (1.3). Tyto hodnoty pak dosadíme do vzorce (1.5)

$$\hat{\eta}(t) = 250,19 + 10,21 \cdot t, t = 1, 2, \dots, 24$$

V Tabulce 7 jsou mimo zjištěných údajů y_i , počtů objednávek vyrovnané regresní přímkou $\hat{\eta}(t)$, zobrazeny také hodnoty e_i představující náhodnou složku získanou odečtením vyrovnaných hodnot od zjištěných hodnot. V posledních sloupcích o_{ti} jsou odchylky zjištěných hodnot od vyrovnaných, vyjádřené v procentech. Abych dostala tyto odchylky v procentech, vydělila jsem zadané hodnoty vyrovnanými hodnotami a následně odečtla jedničku (představující 100% reálných hodnot daného měsíce).

i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	o_{ti}	i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	o_{ti}
1	leden 09	317	260	57	22	13	leden 10	428	383	45	12
2	únor 09	313	271	42	16	14	únor 10	455	393	62	16
3	březen 09	290	281	10	3	15	březen 10	496	403	92	23
4	duben 09	210	291	-81	-28	16	duben 10	424	414	10	2
5	květen 09	221	301	-80	-27	17	květen 10	404	424	-20	-5
6	červen 09	255	311	-57	-18	18	červen 10	389	434	-45	-10
7	červenec 09	245	322	-76	-24	19	červenec 10	323	444	-121	-27
8	srpen 09	289	332	-42	-13	20	srpen 10	381	454	-74	-16
9	září 09	359	342	17	5	21	září 10	439	465	-26	-6
10	říjen 09	421	352	69	19	22	říjen 10	478	475	3	1
11	listopad 09	436	363	73	20	23	listopad 10	625	485	140	29
12	prosinec 09	437	373	64	17	24	prosinec 10	435	495	-61	-12

Tabulka 7: Počet objednávek za měsíc - vyrovnané hodnoty
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Test statické významnosti

Pro určení významnosti trendu vyrovnaného regresní přímkou, provedeme Test statistické významnosti koeficientu b_2 od nuly.

1. $H_0: b_2 = 0$, koeficient b_2 se rovná nule, což znamená, že hodnoty časové řady se pohybují víceméně kolem konstanty a trend časové řady není významný.

$H_1: b_2 \neq 0$, koeficient b_2 je různý od nuly, což znamená, že trend je významný, a musíme ho při určování prognózy zohlednit.

2. Pomocí vzorce (1.9) vypočteme realizovanou hodnotu testovaného kritéria t

$$t_{b_2} = \frac{b_2 - 0}{\sqrt{\widehat{D}(b_2)}} = \frac{10,21}{\sqrt{4,12}} = 5,031$$

3. Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ určíme kvantil Studentova rozdělení $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2) = t_{0,975}(22) = 2,074$. Hranice kritického oboru $W_{0,05} = \{t: -2,074 > t > 2,074\}$.

4. Protože se hodnota testového kritéria v kritickém oboru realizovala, nulovou hypotézu zamítáme na 5%-ní hladině významnosti a přijmeme alternativní hypotézu H_1 . To znamená, že trend určený regresní přímkou je významný, a musí být zohledněn při dalších výpočtech.

Určení trendu

Trend počtu objednávek určený výše uvedenou regresní přímkou je stoupající, a to přibližně o 10 objednávek za měsíc. Tuto hodnotu jsem získala vypočtením průměru prvních diferencí vyrovnaných hodnot dle (1.13).

Sezónní složka

I když vyrovnaní regresní přímkou už dává jakousi představu o vývoji počtu objednávek, eliminací sezónní složky bychom mohli dostat hodnoty ještě více odpovídající těm reálným. Při zohledňování sezónní složky je časová řada vyjádřena vzorcem (1.18) jako součet trendu T_i , sezónní složky S_i a náhodné složky e_i . Zadaná data se skládají ze dvou period, tj. $K = 2$, a dvanácti období, tj. $L = 12$.

Sestavíme soustavu rovnic dle (1.23):

$$\begin{array}{rcl}
 2c_1 & & +14b_2 = 745 \\
 2c_2 & & +16b_2 = 768 \\
 & 2c_3 & +18b_2 = 786 \\
 & & 2c_4 & +20b_2 = 634 \\
 & & & 2c_5 & +22b_2 = 625 \\
 & & & & 2c_6 & +24b_2 = 644 \\
 & & & & & 2c_7 & +26b_2 = 568 \\
 & & & & & & 2c_8 & +28b_2 = 670 \\
 & & & & & & & 2c_9 & +30b_2 = 798 \\
 & & & & & & & & 2c_{10} & +32b_2 = 899 \\
 & & & & & & & & & 2c_{11} & +34b_2 = 1061 \\
 & & & & & & & & & & 2c_{12} & +36b_2 = 871 \\
 14c_1 & +16c_2 & +18c_3 & +20c_4 & +22c_5 & +24c_6 & +26c_7 & +28c_8 & +30c_9 & +32c_{10} & +34c_{11} & +36c_{12} & +4900b_2 & =125108
 \end{array}$$

Vypočtením této soustavy rovnic dostaneme hodnoty c_i zaokrouhlené na celá čísla (viz Tabulka 8), a hodnotu koeficientu $b_2 = 10,3$.

c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}
300	302	300	214	199	198	150	191	245	285	355	250

Tabulka 8: Počet objednávek za měsíc - koeficienty c_i

Pomocí (1.22) vypočteme koeficient $b_1 = 249$. Nyní, když máme hodnoty všech potřebných koeficientů, určíme hodnoty sezónních výkyvů v_i dle (1.21).

v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}
51	53	51	-35	-50	-51	-99	-58	-5	36	106	1

Tabulka 9: Počet objednávek za měsíc - sezónní výkyvy

Vyrovnané hodnoty počtu objednávek se dle předpisu (1.19) rovnají součtu hodnoty regresní přímky $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 t$ a sezónního výkyvu v_l . Dosazením známých hodnot dostaneme vzorec

$$\hat{\eta}_{lk} = 249 + 10,3t_{lk} + v_l$$

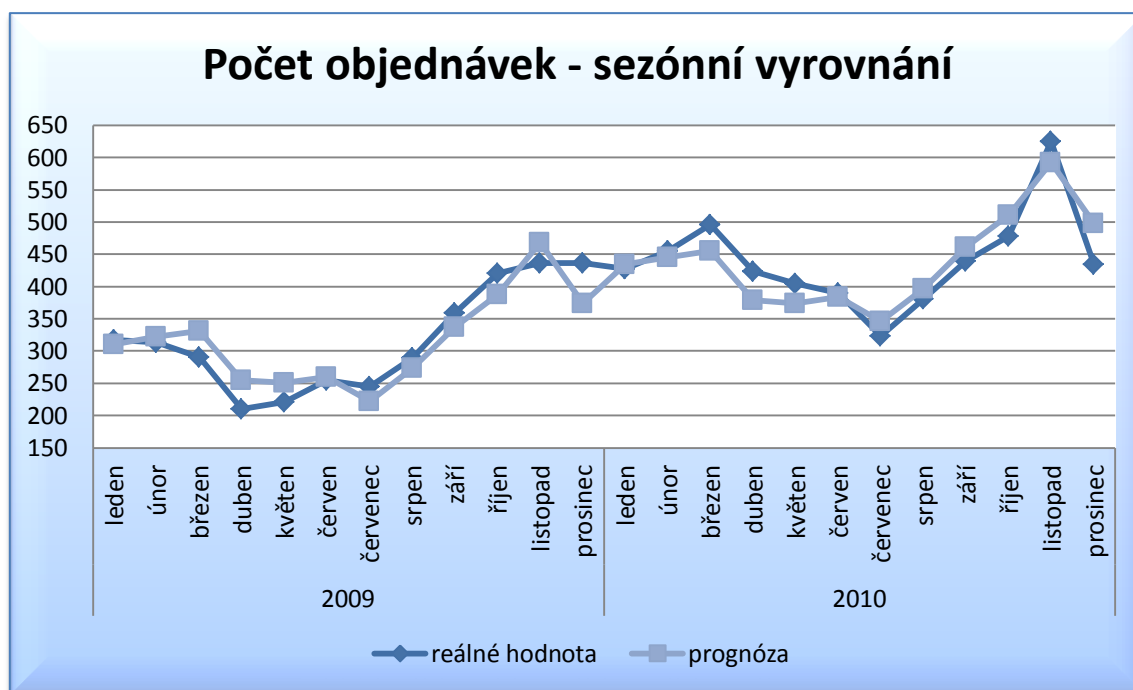
V následující tabulce jsou ve sloupcích označeném y_{lk} uvedeny reálné hodnoty, ve sloupcích $\hat{\eta}_{lk}$ vyrovnané hodnoty. Hodnoty označené e_{lk} představují náhodnou složku, tedy rozdíl mezi reálnými a vyrovnanými hodnotami. Tento rozdíl je procentuálně vyjádřen ve sloupcích o_{lk} .

k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	o_{lk}	k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	o_{lk}
2009	leden	1	317	311	6	2	2010	leden	13	428	434	-6	-1
	únor	2	313	322	-9	-3		únor	14	455	446	9	2
	březen	3	290	331	-41	-12		březen	15	496	455	41	9
	duben	4	210	255	-45	-18		duben	16	424	379	45	12
	květen	5	221	251	-30	-12		květen	17	404	374	30	8
	červen	6	255	260	-6	-2		červen	18	389	384	6	1
	červenec	7	245	222	23	10		červenec	19	323	346	-23	-7
	srpen	8	289	273	16	6		srpen	20	381	397	-16	-4
	září	9	359	337	22	6		září	21	439	461	-22	-5
	říjen	10	421	388	33	9		říjen	22	478	511	-33	-7
	listopad	11	436	469	-33	-7		listopad	23	625	592	33	5
	prosinec	12	437	374	63	17		prosinec	24	435	497	-63	-13

Tabulka 10: Počet objednávek za měsíc - sezónní vyrovnání
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Z Tabulky 10 vidíme, že většina odchylek je menších než $\pm 12\%$. Pokud jsou odchylky větší, je to způsobeno tím, že objednávky stejného měsíce byly v jednom roce velmi nízké a v druhém roce velmi vysoké. Jelikož sledujeme pouze dva roky, je jasné, že se vyšší odchylka objeví u obou měsíců, v jednom jako kladná a v druhém jako záporná odchylka. Tato situace nastala například v dubnu, kdy v roce 2010 bylo zadáno o více než 200 objednávek více než v roce 2009.

Druhá varianta vyšší odchylky je, že v roce 2009 byl v daném měsíci počet objednávek nižší než počet objednávek ve stejném měsíci v roce 2010 - což je opak stoupajícího trendu, se kterým počítá regresní přímka. Tento jev však nastal pouze v prosinci.



Graf 5: Počet objednávek za měsíc - sezónní vyrovnaní
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

První difference vyrovnaných hodnot

První difference v Tabulce 11 vyjadřují, o kolik se změnil počet objednávek oproti minulému měsíci. Jsou počítány z vyrovnaných hodnot, a to proto, že ač se mění hodnoty $\hat{\eta}_l$, absolutní přírůstky v jednotlivých letech zůstávají stejné. Tyto hodnoty tak je lze použít i pro odhad poklesu či nárůstu počtu objednávek v dalších letech.

Jednotlivé hodnoty prvních diferencí vypočítáme pomocí vzorce (1.12)

$${}_1d(\hat{\eta}_l) = \hat{\eta}_l - \hat{\eta}_{l-1}, \quad l = 2, 3, \dots, 12$$

l	měsíc	$\hat{\eta}_{l1}$	$\hat{\eta}_{l2}$	${}_1d(\hat{\eta}_l)$
1	leden	311	434	-
2	únor	322	446	12
3	březen	331	455	9
4	duben	255	379	-76
5	květen	251	374	-4
6	červen	260	384	9
7	červenec	222	346	-38
8	srpen	273	397	51
9	září	337	461	64
10	říjen	388	511	50
11	listopad	469	592	81
12	prosinec	374	497	-95

Tabulka 11: Počet objednávek za měsíc - koeficient růstu
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Prognóza

Prognózu pro první čtyři měsíce roku 2011, určíme pomocí vzorce (1.19)

$$\text{Leden 2011} \quad \hat{\eta}_{13} = 249 + 10,3 \cdot 25 + 51 = 558$$

$$\text{Únor 2011} \quad \hat{\eta}_{23} = 249 + 10,3 \cdot 26 + 53 = 569$$

$$\text{Březen 2011} \quad \hat{\eta}_{33} = 249 + 10,3 \cdot 27 + 51 = 578$$

$$\text{Duben 2011} \quad \hat{\eta}_{43} = 249 + 10,3 \cdot 28 - 35 = 502$$

Odchylky sledovaných let o_{it} stanovené v Tabulce 10 lze brát jako vodítko k určení odchylky prognózy. Jak už bylo řečeno, většina zjištěných hodnot se od vyrovnaných nelišila o více než 12%. Budeme tedy předpokládat, že tomu tak bude i nadále.

Při zohlednění trendu a sezónní složky by se měl počet objednávek v lednu pohybovat okolo 558. Budeme-li brát v úvahu možnost odchylky, neměl by tento počet klesnout pod 491 objednávek. Horní hranici počtu objednávek není potřeba zmiňovat, protože jakákoliv kladná odchylka je žádoucí.

V únoru by se dle vypočítané první difference měl zvýšit počet objednávek asi o 12 kusů, To znamená, že je očekáváno přibližně 570 objednávek. S přihlédnutím na odchylky, které byly v minulosti zjištěny, by počet objednávek neměl být menší než 500. (Rozdíl 70-ti objednávek představuje 12%-ní odchylku).

V březnu by měl počet objednávek opět mírně vzrůst a to přibližně o 9 kusů, na 578 objednávek. S ohledem na možnou odchylku je očekáváno minimálně 509 objednávek.

Jelikož s příchodem jara končí i hlavní „sezóna“ v prodeji tonerů, tiskáren, atd., je duben i v počtu objednávek výrazně slabší než předchozí měsíce. Prognóza dle vyrovnaných dat je asi 502 objednávek, což značí úbytek 76-ti objednávek oproti březnu. V tomto měsíci nelze brát v úvahu odchylku 12%, jelikož tato hodnota byla v dubnech obou sledovaných let překročena. Počítáme tedy radši i s větší odchylkou, ale maximálně -20%. Počet by tak v extrémním případě mohl klesnout na pouhých 400 objednávek.

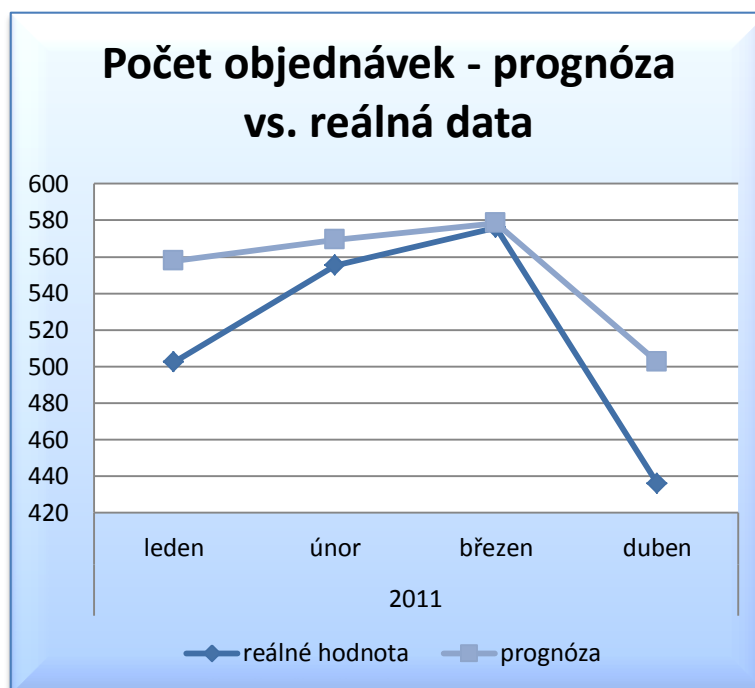
Prognóza vs. Reální data

V následující tabulce jsou uvedena reálná data (y_t) která byla zjištěna za první čtyři měsíce 2011 (t), ve čtvrtém sloupci ($\hat{\eta}_t$) se nachází vyrovnaná data neboli prognóza. Sloupce e_t a k_t představují náhodnou složku neboli odchylku reálných dat od prognózy. V posledním sloupci jsou uvedeny první difference, jenž vyjadřují, o kolik se doopravdy zvýšil či snížil počet návštěv oproti minulému měsíci.

k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	o_{lk}	${}_1d(y_{lk})$
2011	leden	25	502	558	-55	-10	-
	únor	26	555	569	-14	-3	53
	březen	27	576	578	-2	0	21
	duben	28	436	502	-66	-13	-140

Tabulka 12: Počet objednávek za měsíc - prognóza vs. reálná data
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

I když jsou reálné hodnoty nižší, než jsme předpokládali, ani v jednom z měsíců počet objednávek neklesl na spodní hranici, která byla v prognóze stanovena.

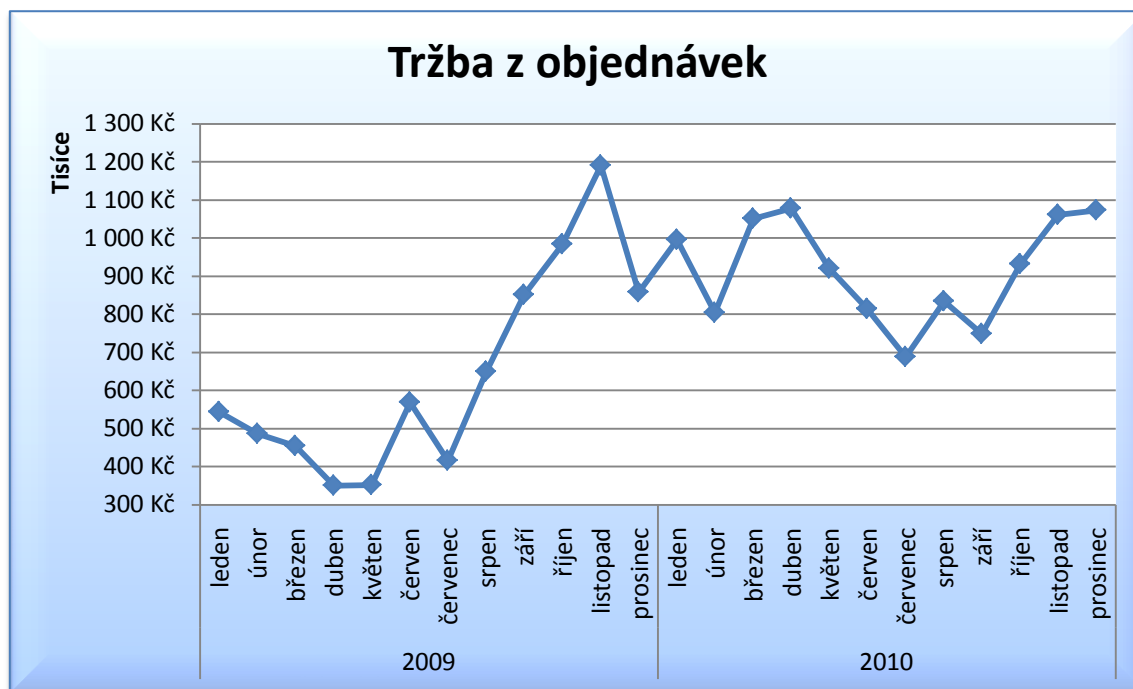


Graf 6: Počet objednávek za měsíc - prognóza vs. reálná data
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Jak je vidět z grafu, sezónní vyrovnaní sice nevystihlo přesně průběh reálných hodnot, ale ani se od nich nijak zvlášť nevzdálilo. Dokonce u dvou měsíců ze čtyř byla prognóza určena s vysokou přesností. Poklesy počtu objednávek mohla způsobit mimo jiné i nižší návštěvnost (viz Graf 3).

2.3.3 Tržba z objednávek

Tržba z objednávek je intervalovou řadou, která představuje sumu všech objednávek za daný měsíc, vyjádřenou v tisících Kč. Tento ukazatel je pro firmu jedním z nejdůležitějších, a to proto, že od tržby se odvíjí zisk, a zisk pak mimo jiné určuje, jak se firmě vede, resp. povede.



Graf 7: Tržba z objednávek za měsíc
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Při subjektivní analýze můžeme říci, že tržba z objednávek je svým průběhem velice podobná grafu počtu objednávek, i když vykazuje více výchylek. Pokud srovnáme hodnoty počtu objednávek a tržby z objednávek v listopadu 2009 – vidíme, že reklama byla účinná. Objednávky zůstaly sice na stejné hladině jako v předchozím měsíci, ale tržba z objednávek rapidně stoupla, což znamená, že lidé nakupovali za více peněz. To stejné se dělo i v prosinci 2010 kdy byla nasazena velice podobná reklama, s tím rozdílem, že počet objednávek rapidně klesl, ale tržba zůstala stejná jako předchozí měsíc.

Regresní analýza

Při určování trendu počtu objednávek budeme vycházet ze vzorce (1.17), který časovou řadu vyjadřuje jako součet trendové složky T_i a náhodné složky e_i . Pro určení trendové složky použijeme regresní přímku. Pro určení rovnice regresní přímky,

potřebujeme znát: výběrové průměry $\bar{t}=12,5$, $\bar{y}=779$ (1.4), a koeficienty $b_1=471,36$, $b_2=24,61$ (1.3). Tyto hodnoty pak dosadíme do vzorce (1.5)

$$\hat{\eta}(t) = 471,36 + 24,61 \cdot t, t = 1, 2, \dots, 24$$

V Tabulce 13 jsou zobrazeny zjištěné údaje y_i , tržba vyrovnaná regresní přímkou $\hat{\eta}(t)$, hodnoty e_i představující náhodnou složku získanou odečtením vyrovnaných hodnot od zjištěných hodnot. V posledních sloupcích o_{ti} jsou odchylky zjištěných hodnot od vyrovnaných, vyjádřené v procentech. Abych dostala tyto odchylky v procentech, vydělila jsem zadané hodnoty vyrovnanými hodnotami a následně odečtla jedničku.

i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	o_{ti}	i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	o_{ti}
1	leden 09	543	496	47	10	13	leden 10	995	791	203	26
2	únor 09	485	521	-35	-7	14	únor 10	804	816	-12	-1
3	březen 09	455	545	-91	-17	15	březen 10	1 051	841	211	25
4	duben 09	350	570	-219	-39	16	duben 10	1 077	865	212	25
5	květen 09	352	594	-243	-41	17	květen 10	920	890	31	3
6	červen 09	569	619	-50	-8	18	červen 10	813	914	-101	-11
7	červenec 09	416	644	-228	-35	19	červenec 10	688	939	-251	-27
8	srpen 09	649	668	-19	-3	20	srpen 10	834	964	-129	-13
9	září 09	850	693	157	23	21	září 10	748	988	-240	-24
10	říjen 09	983	717	266	37	22	říjen 10	932	1 013	-81	-8
11	listopad 09	1 190	742	448	60	23	listopad 10	1 060	1 037	23	2
12	prosinec 09	857	767	90	12	24	prosinec 10	1 073	1 062	11	1

Tabulka 13: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - vyrovnané hodnoty
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Test statické významnosti

Pro určení významnosti trendu vyrovnaného regresní přímkou, provedeme Test statistické významnosti koeficientu b_2 od nuly.

1. $H_0: b_2 = 0$, koeficient b_2 se rovná nule, což znamená, že hodnoty časové řady se pohybují víceméně kolem konstanty a trend časové řady není významný.
 $H_1: b_2 \neq 0$, koeficient b_2 je různý od nuly, což znamená, že trend je významný, a musíme ho při určování prognózy zohlednit.
2. Pomocí vzorce (1.9) vypočteme realizovanou hodnotu testovaného kritéria t

$$t_{b_2} = \frac{b_2 - 0}{\sqrt{\widehat{D}(b_2)}} = \frac{24,61}{\sqrt{30,21}} = 4,478$$

3. Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ určíme kvantil Studentova rozdělení $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2) = t_{0,975}(22) = 2,074$. Hranice kritického oboru $W_{0,05} = \{t: -2,074 > t > 2,074\}$.
4. Protože se hodnota testového kritéria v kritickém oboru realizovala, nulovou hypotézu zamítáme na 5%-ní hladině významnosti a přijmeme alternativní hypotézu H_1 . To znamená, že trend určený regresní přímkou je významný, a musí být zohledněn při dalších výpočtech.

Určení trendu

Podle regresní přímky je trend tržby z objednávek rostoucí. Výpočtem průměru prvních diferencí vyrovnaných hodnot dle (1.13) dostaneme, že tržba roste přibližně o 24,6 tisíc Kč za měsíc.

Sezónní složka

Abychom mohli zohlednit, v jakých měsících tržba klesá a v jakých naopak stoupá, analyzujeme i sezónní složku, díky které by mělo dojít ke zpřesnění vyrovnaných dat.

Při zohledňování sezónní složky je časová řada vyjádřena vzorcem (1.18) jako součet trendu T_i , sezónní složky S_i a náhodné složky e_i . Zadaná data se skládají ze dvou period, tj. $K = 2$, a dvanácti období, tj. $L = 12$.

Sestavíme soustavu rovnic dle (1.23):

$2c_1$		$+14b_2$	$= 1538$
$2c_2$		$+16b_2$	$= 1290$
$2c_3$		$+18b_2$	$= 1506$
$2c_4$		$+20b_2$	$= 1428$
$2c_5$		$+22b_2$	$= 1272$
$2c_6$		$+24b_2$	$= 1382$
$2c_7$		$+26b_2$	$= 1104$
$2c_8$		$+28b_2$	$= 1483$
$2c_9$		$+30b_2$	$= 1598$
$2c_{10}$		$+32b_2$	$= 1915$
$2c_{11}$		$+34b_2$	$= 2251$
	$2c_{12}$	$+36b_2$	$= 1930$
$14c_1$	$+16c_2$	$+18c_3$	$+20c_4$
$+22c_5$	$+24c_6$	$+26c_7$	$+28c_8$
$+30c_9$	$+32c_{10}$	$+34c_{11}$	$+36c_{12}$
		$+4900b_2$	$= 262002$

Vypočtením této soustavy rovnic dostaneme hodnoty c_l zaokrouhlené na desetiny (viz Tabulka 14), a hodnotu koeficientu $b_2 = 22,9$.

c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}
608,6	461,7	547,0	484,8	384,1	416,0	254,5	421,1	455,6	591,1	736,1	552,7

Tabulka 14: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - koeficienty c_l

Pomocí (1.22) vypočteme koeficient $b_l = 492,78$. Nyní, když máme hodnoty všech potřebných koeficientů, určíme hodnoty sezónních výkyvů v_l dle (1.21).

v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}
115,8	-31,1	54,2	-8,0	-108,6	-76,8	-238,3	-71,7	-37,1	98,4	243,4	59,9

Tabulka 15: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - sezónní výkyvy

Vyrovnané hodnoty tržby z objednávek se dle předpisu (1.19) rovnají součtu hodnoty regresní přímky $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 t$ a sezónního výkyvu v_l . Dosazením známých hodnot dostaneme vzorec

$$\hat{\eta}_{lk} = 492,78 + 22,9t_{lk} + v_l$$

V následující tabulce jsou ve sloupcích označeném y_{lk} uvedeny reálné hodnoty, ve sloupcích $\hat{\eta}_{lk}$ vyrovnané hodnoty. Hodnoty označené e_{lk} představují náhodnou složku, tedy rozdíl mezi reálnými a vyrovnanými hodnotami. Tento rozdíl je procentuálně vyjádřen ve sloupcích o_{lk} .

k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	o_{lk}	k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	o_{lk}
2009	leden	1	543	631	-88	-14	2010	leden	13	995	906	88	10
	únor	2	485	507	-22	-4		únor	14	804	782	22	3
	březen	3	455	616	-161	-26		březen	15	1 051	890	161	18
	duben	4	350	576	-226	-39		duben	16	1 077	851	226	27
	květen	5	352	499	-147	-29		květen	17	920	773	147	19
	červen	6	569	553	15	3		červen	18	813	828	-15	-2
	červenec	7	416	415	1	0		červenec	19	688	690	-1	0
	srpen	8	649	604	45	7		srpen	20	834	879	-45	-5
	září	9	850	662	188	28		září	21	748	936	-188	-20
	říjen	10	983	820	163	20		říjen	22	932	1 095	-163	-15
	listopad	11	1 190	988	202	20		listopad	23	1 060	1 263	-202	-16
	prosinec	12	857	827	29	4		prosinec	24	1 073	1 102	-29	-3

Tabulka 16: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - sezónní vyrovnání

(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

U tohoto ukazatele jsou hodnoty odchylek podstatně vyšší než u předchozích ukazatelů. Zapříčiňují to kolísající hodnoty, které má na svědomí cyklická složka. Tato složka se velmi obtížně určuje, neboť se v průběhu času často mění její charakter. Cyklická složka obsahuje jak vnější vlivy (ekonomická situace, nové technologie, vývoj cen na trhu, konkurence,...), tak i vnitřní vlivy (reklama, personální změny, grafické a

Tržba z objednávek- sezónní vyrovnání a regresní přímka

The chart displays the monthly revenue from orders for the years 2009 and 2010. The Y-axis represents the revenue in thousands of Czech Koruna (Kč), ranging from 300 to 1,300. The X-axis shows the months from January to December for both years. The legend indicates three data series: real values (reálné hodnoty), seasonal adjustment (sezónní vyrovnání), and a regression line (regresní přímka).

Year	Month	Real Values (Kč)	Seasonal Adjustment (Kč)
2009	leden	540	630
	únor	480	500
	březen	450	610
	duben	350	580
	květen	350	500
	červen	560	560
	červenec	420	420
	srpen	650	600
	září	850	660
	říjen	980	820
	listopad	1180	980
	prosinec	850	820
2010	leden	980	910
	únor	780	780
	březen	1050	890
	duben	1070	840
	květen	920	770
	červen	820	830
	červenec	680	680
	srpen	840	880
	září	740	940
	říjen	930	1090
	listopad	1060	1260
	prosinec	1070	1090

V grafu je mimo zadaných hodnot znázorněno také vyrovnání se zohledněnou sezónní složkou a samotná regresní přímka. I když zjištěné hodnoty vykazují určitou sezónnost, nelze ji za pouhé dva roky spočítat tak, aby dokázala reálné hodnoty vyrovnat lépe než regresní přímka.

Vzhledem k tomu že nelze dopředu určit, jestli bude přesnější výpočet prognózy s ohledem na sezónní složku, nebo určení prognózy regresní přímkou, vypočítáme u každého měsíce obě dvě hodnoty a uděláme průměr. Průměr vypočítáme tak, že sečteme prognózy obou metod na daný měsíc a vydělíme hodnotu dvěma. Tímto způsobem bychom měli dostat alespoň o trochu přesnější předpovědi než bychom

dostali každou metodou zvlášť. Prognózu regresní přímkou $\hat{\eta}(t)$ vypočítáme dle vzorce (1.5) a prognózu sezónním vyrovnaním $\hat{\eta}_{lk}$ určíme pomocí vzorce (1.19).

<i>k</i>	<i>l</i>	<i>t_{lk}</i>	$\hat{\eta}(t)$	$\hat{\eta}_{lk}$	<i>průměr</i>
2011	leden	25	1181	1087	1 134
	únor	26	1057	1111	1 084
	březen	27	1165	1136	1 151
	duben	28	-1126	1160	1 143

Tabulka 17: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - prognóza
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Z tabulek 13 a 16 lze podle největší záporné odchylky -39% předpokládat, že se tržba z objednávek ani v dalších měsících o více než -40% neodchýlí od prognóz. I když je to obrovská odchylka, která by zřejmě byla pro firmu zásadní, není možné ze zadaných dat určit přesnější prognózy.

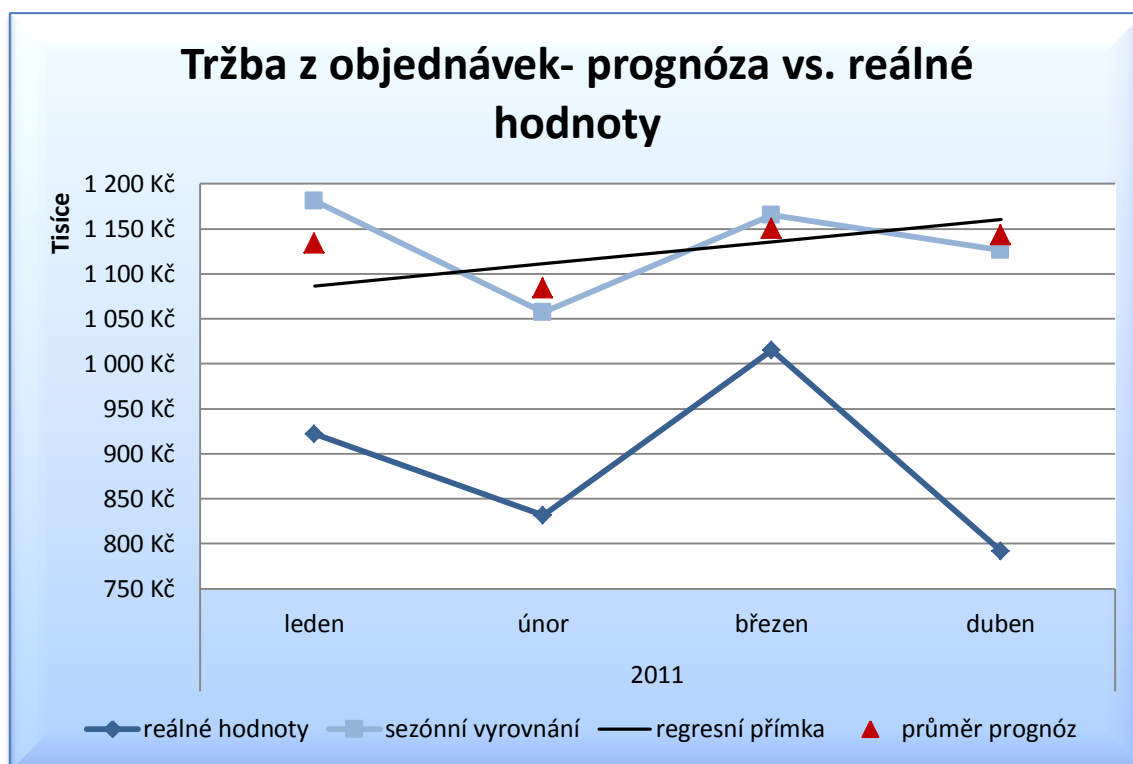
Prognóza vs. Reální data

V následující tabulce jsou uvedena reálná data (y_t) která byla zjištěna za první čtyři měsíce 2011 (t), v pátém až sedmém sloupci se nachází prognóza regresní přímkou $\hat{\eta}(t)$ a k ní příslušné odchylky od reálných dat v tis. Kč (e_t) a procentech (o_t). Osmý až desátý sloupec náleží prognóze sezónním vyrovnaním a k ní příslušné odchylky od reálných dat v tis. Kč (e_{lk}) a procentech (o_{lk}). Poslední skupina sloupců vyjadřuje předpovězené hodnoty průměrem dvou předchozích metod (*Průměr* $\hat{\eta}(t)$ a $\hat{\eta}_{lk}$) a k ní příslušné odchylky od reálných dat v tis. Kč (e_l) a procentech (o_l).

<i>k</i>	<i>l</i>	<i>t_{lk}</i>	<i>y_{lk}</i>	$\hat{\eta}(t)$	e_t	o_t	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	o_{lk}	<i>Průměr</i> $\hat{\eta}(t)$ a $\hat{\eta}_{lk}$	e_l	o_l
2011	leden	25	922	1181	-165	-15	1087	-259	-22	1 134	-212	-19
	únor	26	832	1057	-280	-25	1111	-225	-21	1 084	-252	-23
	březen	27	1 015	1165	-121	-11	1136	-150	-13	1 151	-136	-12
	duben	28	792	-1126	-369	-32	1160	-334	-30	1 143	-351	-31

Tabulka 18: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - prognóza vs. reálná data
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Ukázalo se, že obě dvě metody by byly stejně přesné/nepřesné, jelikož menší odchylka náležela vždy té metodě, která předpovídala nižší hodnotu. Dá se říci, že prognóza průměrem dvou metod byla „nejpřesnější“, jelikož poměrně snížila vyšší odchylky, kterým bychom se preferováním jedné z metod nevyhnuli.



Graf 9: Tržba z objednávek za měsíc - prognóza vs. reálná data
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

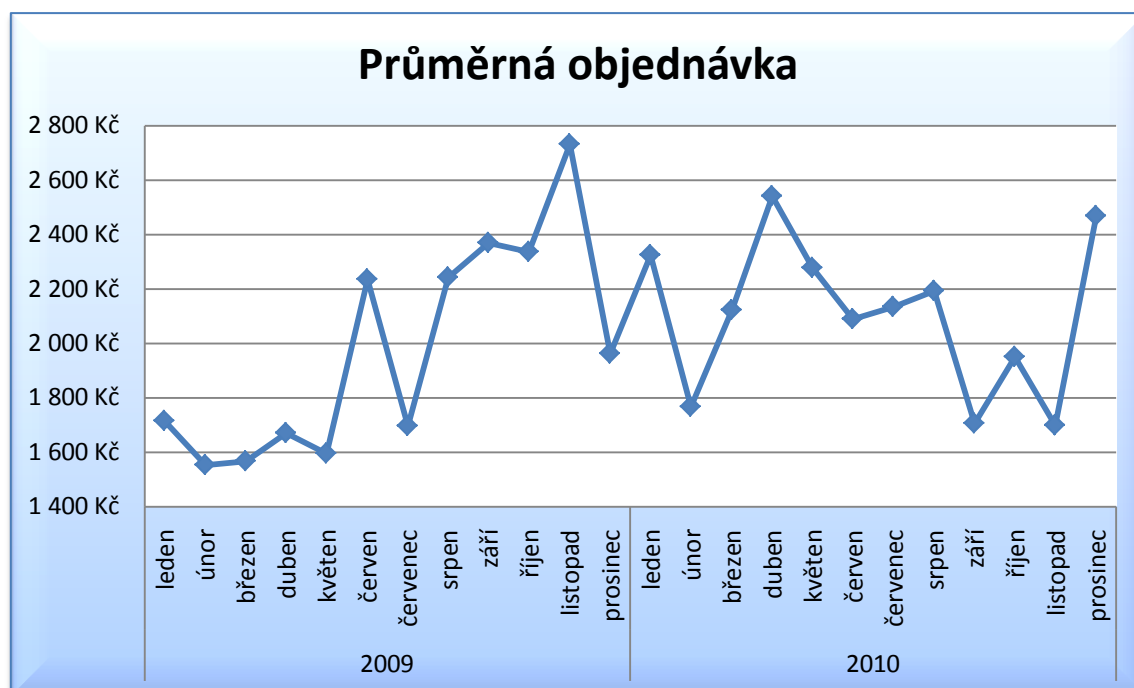
I když prognóza sezónním vyrovnáním nebyla moc přesná, co se hodnot týče, z Grafu 9 je vidět, že alespoň trend reálných hodnot zachytila.

Poklesy oproti prognóze mohou být způsobeny zadáváním objednávek v nižší hodnotě, nebo také celkově menším počtem objednávek. Jestli je v prvním čtvrtletí i průměrná objednávka pod očekávanou hladinou se dozvíme v následujícím ukazateli.

2.4 Okamžikové odvozené řady

2.4.1 Průměrná objednávka

Průměrná objednávka je odvozeným ukazatelem, kdy jsem vydělila tržbu z objednávek počtem objednávek v daném měsíci. Průměrná objednávka je tedy určitým poměrem těchto dvou ukazatelů vyjádřeným v Kč.



Graf 10: Průměrná objednávka
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Při subjektivní analýze grafu je na první pohled zřejmé, že tato řada nemá žádný výrazný trend ani sezónní složku.

Regresní analýza

Při zjišťování trendu průměrné objednávky budeme vycházet ze vzorce (1.17), který časovou řadu vyjadřuje jako součet trendové složky T_i a náhodné složky e_i . Pro určení rovnice regresní přímky, potřebujeme znát následující hodnoty: výběrové průměry $\bar{t} = 12,5$, $\bar{y} = 2038$ (1.4), a koeficienty $b_1 = 1830,77$, $b_2 = 16,61$ (1.3). Tyto hodnoty pak dosadíme do vzorce (1.5)

$$\hat{\eta}(t) = 1830,77 + 16,61 \cdot t, t = 1, 2, \dots, 24$$

V Tabulce 19 jsou kromě zjištěných údajů y_i , počtů objednávek vyrovnané regresní přímkou $\hat{\eta}(t)$, zobrazeny také hodnoty e_i představující náhodnou složku získanou

odečtením vyrovnaných hodnot od zjištěných hodnot. V posledních sloupcích o_i jsou odchylky zjištěných hodnot od vyrovnaných, vyjádřené v procentech. Abych dostala tyto odchylky v procentech, vydělila jsem zadané hodnoty vyrovnanými hodnotami a následně odečtla jedničku.

i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	o_i	i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	o_i
1	leden 09	1 714	1 847	-133	-7%	13	leden 10	2 324	2 047	278	14%
2	únor 09	1 552	1 864	-312	-17%	14	únor 10	1 767	2 063	-297	-14%
3	březen 09	1 565	1 881	-315	-17%	15	březen 10	2 122	2 080	42	2%
4	duben 09	1 669	1 897	-228	-12%	16	duben 10	2 541	2 097	445	21%
5	květen 09	1 593	1 914	-321	-17%	17	květen 10	2 276	2 113	163	8%
6	červen 09	2 234	1 930	303	16%	18	červen 10	2 088	2 130	-42	-2%
7	červenec 09	1 696	1 947	-251	-13%	19	červenec 10	2 132	2 146	-14	-1%
8	srpen 09	2 242	1 964	278	14%	20	srpen 10	2 191	2 163	28	1%
9	září 09	2 368	1 980	388	20%	21	září 10	1 704	2 180	-476	-22%
10	říjen 09	2 335	1 997	338	17%	22	říjen 10	1 950	2 196	-246	-11%
11	listopad 09	2 730	2 014	717	36%	23	listopad 10	1 698	2 213	-515	-23%
12	prosinec 09	1 962	2 030	-68	-3%	24	prosinec 10	2 468	2 229	238	11%

Tabulka 19: Průměrná objednávka v KČ - vyrovnané hodnoty

(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Test statické významnosti

Pro určení významnosti trendu vyrovnaného regresní přímkou, provedeme Test statistické významnosti koeficientu b_2 od nuly.

1. $H_0: b_2 = 0$, koeficient b_2 se rovná nule, což znamená, že hodnoty časové řady se pohybují víceméně kolem konstanty a trend časové řady není významný.
 $H_1: b_2 \neq 0$, koeficient b_2 je různý od nuly, což znamená, že trend je významný, a musíme ho při určování prognózy zohlednit.
2. Pomocí vzorce (1.9) vypočteme realizovanou hodnotu testovaného kritéria t

$$t_{b_2} = \frac{b_2 - 0}{\sqrt{\widehat{D}(b_2)}} = \frac{16,61}{\sqrt{94,41}} = 1,710$$

3. Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ určíme kvantil Studentova rozdělení $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2) = t_{0,975}(22) = 2,074$. Hranice kritického oboru $W_{0,05} = \{t: -2,074 > t > 2,074\}$.
4. Protože se hodnota testového kritéria v kritickém oboru nerealizovala, nulovou hypotézu přijmeme. To znamená, že trend určený regresní přímkou není významný, a proto data vyrovnáme konstantou.

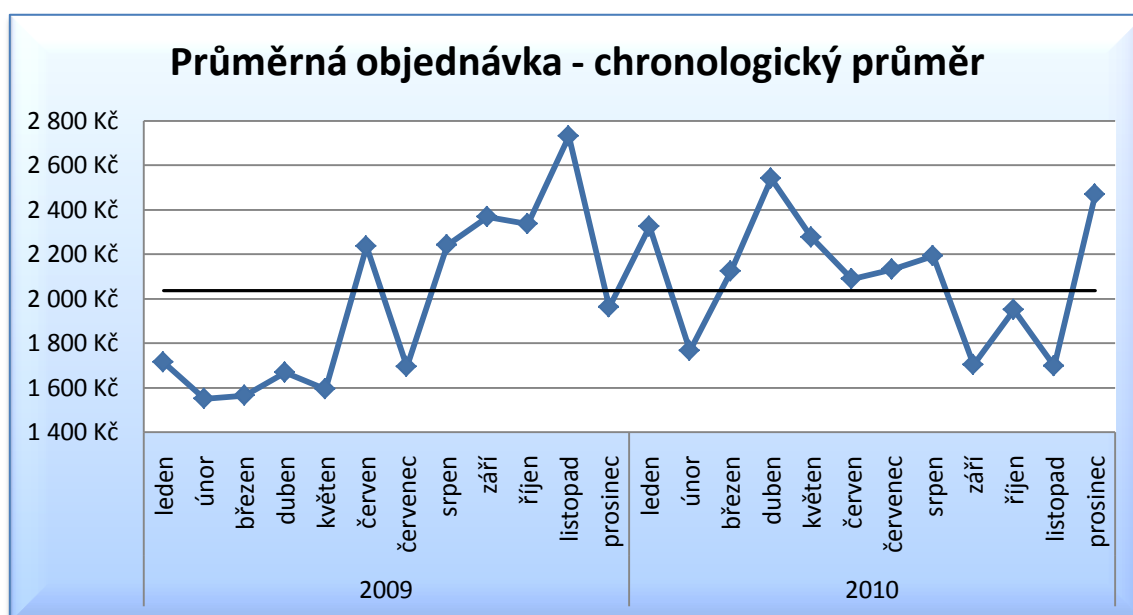
Určení trendu

S ohledem na výsledek testu statické významnosti vyrovnáme hodnoty průměrné objednávky chronologickým průměrem $\bar{y} = 2036$, vypočítaným dle (1.11). Okolo této hodnoty by se měly hodnoty více či méně pohybovat.

i	t	y_i	\bar{y}	e_i	o_i	i	t	y_i	\bar{y}	e_i	o_i
1	leden 09	1 714	2 036	-322	-16	13	leden 10	2 324	2 036	288	14
2	únor 09	1 552	2 036	-484	-24	14	únor 10	1 767	2 036	-269	-13
3	březen 09	1 565	2 036	-471	-23	15	březen 10	2 122	2 036	86	4
4	duben 09	1 669	2 036	-367	-18	16	duben 10	2 541	2 036	505	25
5	květen 09	1 593	2 036	-443	-22	17	květen 10	2 276	2 036	240	12
6	červen 09	2 234	2 036	198	10	18	červen 10	2 088	2 036	52	3
7	červenec 09	1 696	2 036	-340	-17	19	červenec 10	2 132	2 036	96	5
8	srpen 09	2 242	2 036	206	10	20	srpen 10	2 191	2 036	155	8
9	září 09	2 368	2 036	332	16	21	září 10	1 704	2 036	-332	-16
10	říjen 09	2 335	2 036	299	15	22	říjen 10	1 950	2 036	-86	-4
11	listopad 09	2 730	2 036	694	34	23	listopad 10	1 698	2 036	-338	-17
12	prosinec 09	1 962	2 036	-74	-4	24	prosinec 10	2 468	2 036	432	21

Tabulka 20: Průměrná objednávka v Kč - vyrovnaní chronologickým průměrem
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Když pomineme kladnou odchylku v listopadu 2009, kdy byla hodnota průměrné objednávky ovlivněna reklamou, nevyskytuje se ve sledovaném období odchylka větší než $\pm 25\%$. Tento fakt můžeme využít při stanovení přijatelné odchylky reálných hodnot od prognózy.



Graf 11: Průměrná objednávka – vyrovnaní chronologickým průměrem
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Prognóza

Vzhledem k tomu, že u tohoto ukazatele není zastoupena kromě náhodné složky a popřípadě cyklické složky žádná jiná, nezbyvá než určit prognózu chronologickým průměrem dle (1.11).

$$\bar{y} = \frac{1}{24-1} \left[\frac{1714}{2} + 44\,740 + \frac{2468}{2} \right] = 2\,036$$

Průměrná objednávka by v prvních čtyřech měsících měla být okolo 2036 Kč za měsíc. Tato předpovězená hodnota je pro všechny čtyři měsíce stejná. Pokud přihlídneme k odchylkám z Tabulky 20, neměla by průměrná objednávka klesnout o více 25%, tj. asi 500 Kč na objednávku. Minimální hodnota průměrné objednávky by tak byla 1500 Kč.

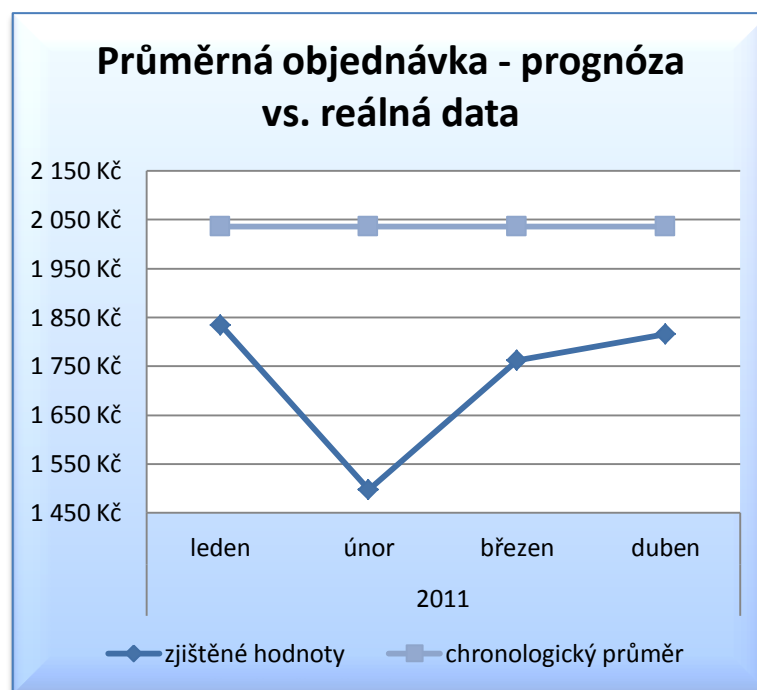
Prognóza vs. Reální data

V následující tabulce jsou uvedena reálná data (y_t) která byla zjištěna za první čtyři měsíce 2011 (t), ve třetím sloupci ($\hat{\eta}_t$) se nachází vyrovnané hodnoty neboli prognóza. Sloupce e_k a o_k představují náhodnou složku neboli odchylku reálných dat od prognózy.

t	y_t	\bar{y}	e_t	o_t
leden 11	1 835	2 036	-201	-10
únor 11	1 498	2 036	-538	-26
březen 11	1 762	2 036	-274	-13
duben 11	1 816	2 036	-220	-11

Tabulka 21: Průměrná objednávka v Kč - prognóza vs. reálná data
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Všechny čtyři měsíce mají zápornou odchylku, přičemž v únoru byla dokonce překročena prognózovaná minimální hranice, a tím se průměrná objednávka v únoru 2011 dostala na nejnižší hladinu za sledované období. Firma by měla zjistit, čím jsou tyto záporné odchylky způsobeny, a následně přijmout taková opatření, aby hodnoty zaprvé neklesaly a zadruhé se alespoň vrátily do normální úrovně. Snahou firmy ba však měla být i snaha průměrnou objednávkou zvýšit.

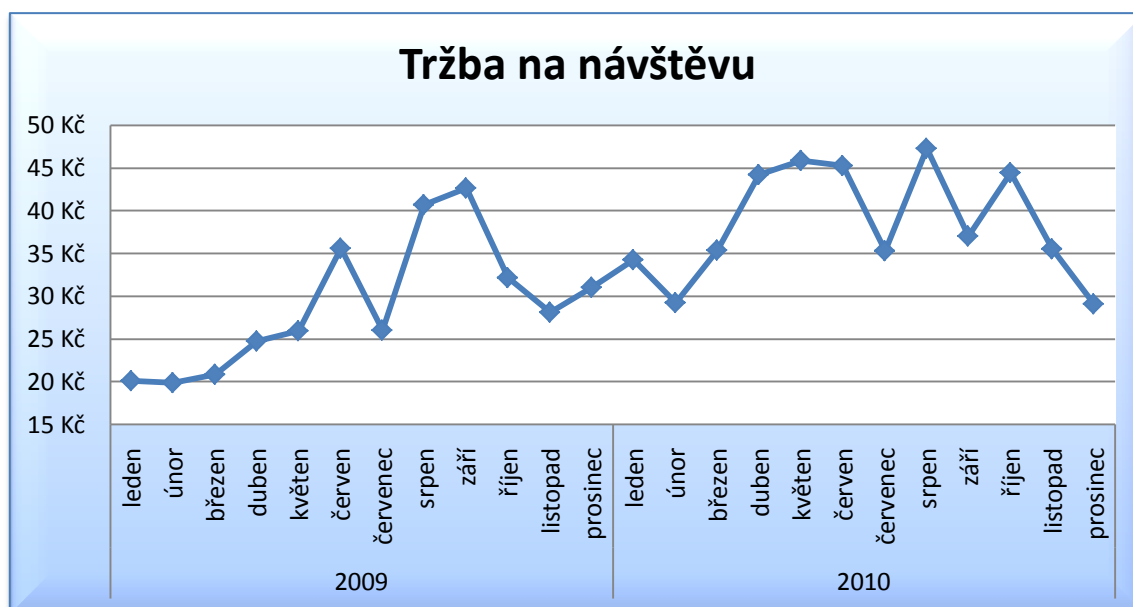


Graf 12: Průměrná objednávka - prognóza vs. reálná data
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Na tomto ukazateli se projevilo to, že i když byl počet objednávek v únoru a březnu na víceméně předpovězené úrovni, tržba rapidně klesla, a to způsobilo pokles průměrné objednávky. Znamená to, že lidé nakupovali v e-shopu za méně peněz než v předchozích měsících.

2.4.2 Tržba na návštěvu

Tržba na návštěvu je odvozená okamžiková řada, vyjadřující tržbu v Kč přepočítanou na jednu návštěvu. Tento ukazatel může být užitečný při rozhodování, jakou částku může firma investovat za reklamu která je postavená na návštěvnosti, resp. kliknutí na odkaz, jenž nabízejí firmy jako např. Seznam, Google, atd.



Graf 13: Tržba na návštěvu
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Na první pohled lze určit, že tržba na návštěvu má rostoucí trend a určitou sezónní složku.

Regresní analýza

Při zjišťování trendu průměrné objednávky budeme vycházet ze vzorce (1.17), který časovou řadu vyjadřuje jako součet trendové složky T_i a náhodné složky e_i . Pro určení rovnice regresní přímky, potřebujeme znát následující hodnoty: výběrové průměry $\bar{t} = 12,5$, $\bar{y} = 34$ (1.4), a koeficienty $b_1 = 23,987$, $b_2 = 0,783$ (1.3). Tyto hodnoty pak dosadíme do vzorce (1.5)

$$\hat{\eta}(t) = 23,987 + 0,783 \cdot t, t = 1, 2, \dots, 24$$

V Tabulce 22 jsou kromě zjištěných údajů y_i , počtů objednávek vyrovnané regresní přímkou $\hat{\eta}(t)$, zobrazeny také hodnoty e_i představující náhodnou složku získanou odečtením vyrovnaných hodnot od zjištěných hodnot. V posledních sloupcích o_i jsou odchylky zjištěných hodnot od vyrovnaných, vyjádřené v procentech. Abych dostala tyto odchylky v procentech, vydělila jsem zadané hodnoty vyrovnanými hodnotami a následně odečetla jedničku. Všechny údaje, kromě odchylky o_i která je v procentech, jsou uvedeny v Kč zaokrouhleny na dvě desetinná místa.

i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	o_i	i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	o_i
1	leden 09	20,12	24,77	-4,65	-19	13	leden 10	34,29	34,17	0,12	0
2	únor 09	19,88	25,55	-5,68	-22	14	únor 10	29,20	34,95	-5,75	-16
3	březen 09	20,85	26,34	-5,49	-21	15	březen 10	35,40	35,74	-0,33	-1
4	duben 09	24,72	27,12	-2,40	-9	16	duben 10	44,24	36,52	7,72	21
5	květen 09	25,95	27,90	-1,95	-7	17	květen 10	45,83	37,30	8,53	23
6	červen 09	35,59	28,69	6,91	24	18	červen 10	45,26	38,09	7,17	19
7	červenec 09	26,00	29,47	-3,47	-12	19	červenec 10	35,31	38,87	-3,57	-9
8	srpen 09	40,67	30,25	10,41	34	20	srpen 10	47,31	39,65	7,66	19
9	září 09	42,62	31,04	11,59	37	21	září 10	37,02	40,44	-3,42	-8
10	říjen 09	32,19	31,82	0,37	1	22	říjen 10	44,47	41,22	3,25	8
11	listopad 09	28,12	32,60	-4,48	-14	23	listopad 10	35,51	42,00	-6,50	-15
12	prosinec 09	31,02	33,39	-2,36	-7	24	prosinec 10	29,11	42,79	-13,67	-32

Tabulka 22: Tržba na návštěvu v KČ - vyrovnané hodnoty
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Hodnoty nad regresní přímkou mohou vyjadřovat tyto stavy:

- za průměrnou cenu objednávky objednalo více návštěvníků (tzn., že bylo více průměrných objednávek, při průměrném počtu návštěvníků, tudíž se zvýšila tržba)
- průměrný počet návštěvníků zadal průměrný počet objednávek ve vyšší ceně (tzn., že byla vyšší tržba při průměrné návštěvnosti a průměrnému počtu objednávek)

Hodnoty pod regresní přímkou znamenají opak těchto stavů.

Test statistické významnosti

Pro určení významnosti trendu vyrovnaného regresní přímkou, provedeme Test statistické významnosti koeficientu b_2 od nuly.

1. $H_0: b_2 = 0$, koeficient b_2 se rovná nule, což znamená, že hodnoty časové řady se pohybují víceméně kolem konstanty a trend časové řady není významný.

$H_1: b_2 \neq 0$, koeficient b_2 je různý od nuly, což znamená, že trend je významný, a musíme ho při určování prognózy zohlednit.

2. Pomocí vzorce (1.9) vypočteme realizovanou hodnotu testovaného kritéria t

$$t_{b_2} = \frac{b_2 - 0}{\sqrt{\hat{D}(b_2)}} = \frac{0,783}{\sqrt{0,038}} = 4,018$$

3. Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ určíme kvantil Studentova rozdělení $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2) = t_{0,975}(22) = 2,074$. Hranice kritického oboru $W_{0,05} = \{t: -2,074 > t > 2,074\}$.

4. Protože se hodnota testového kritéria v kritickém oboru realizovala, nulovou hypotézu zamítáme na 5%-ní hladině významnosti a přijmeme alternativní hypotézu H_1 . To znamená, že trend určený regresní přímkou je významný, a musí být zohledněn při dalších výpočtech.

Určení trendu

Podle regresní přímky je trend tržby z objednávek rostoucí. Výpočtem průměru prvních diferencí vyrovnaných hodnot dle (1.13) dostaneme, že tržba na návštěvu roste přibližně o 0,78 Kč za měsíc, což je asi 9,4 Kč za rok.

Sezónní složka

Abychom mohli zohlednit, v jakých tržba na návštěvu klesá a v jakých naopak stoupá, analyzujeme i sezónní složku, díky které by mělo dojít ke zpřesnění vyrovnaných dat.

Při zohledňování sezónní složky je časová řada vyjádřena vzorcem (1.18) jako součet trendu T_i , sezónní složky S_i a náhodné složky e_i . Zadaná data se skládají ze dvou period, tj. $K = 2$, a dvanácti období, tj. $L = 12$.

Sestavíme soustavu rovnic dle (1.23):

$$\begin{array}{rcl}
 2c_1 & & +14b_2 = 54,41 \\
 2c_2 & & +16b_2 = 49,08 \\
 2c_3 & & +18b_2 = 56,25 \\
 2c_4 & & +20b_2 = 68,96 \\
 2c_5 & & +22b_2 = 71,78 \\
 2c_6 & & +24b_2 = 80,85 \\
 2c_7 & & +26b_2 = 61,31 \\
 2c_8 & & +28b_2 = 87,98 \\
 2c_9 & & +30b_2 = 79,64 \\
 2c_{10} & & +32b_2 = 76,66 \\
 2c_{11} & & +34b_2 = 63,63 \\
 2c_{12} & & +36b_2 = 60,14 \\
 14c_1 + 16c_2 + 18c_3 + 20c_4 + 22c_5 + 24c_6 + 26c_7 + 28c_8 + 30c_9 + 32c_{10} + 34c_{11} + 36c_{12} + 4900b_2 & = & 11034,6
 \end{array}$$

Vypočtením této soustavy rovnic dostaneme hodnoty c_i zaokrouhlené haléře (viz Tabulka 23), a hodnotu koeficientu $b_2 = 0,80$.

c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}
21,61	18,14	20,93	26,48	27,09	30,82	20,25	32,79	27,82	25,53	18,22	15,67

Tabulka 23: Tržba na návštěvu v Kč - koeficienty c_i

Pomocí (1.22) vypočteme koeficient $b_1 = 23,78$. Nyní, když máme hodnoty všech potřebných koeficientů, určíme hodnoty sezónních výkyvů v_i dle (1.21).

v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}
-2,17	-5,64	-2,85	2,70	3,31	7,05	-3,53	9,01	4,04	1,75	-5,56	-8,11

Tabulka 24: Tržba na návštěvu v KČ - sezónní výkyvy

Vyrovnané hodnoty počtu objednávek se dle předpisu (1.19) rovnají součtu hodnoty regresní přímky $\eta(x) = \beta_l + \beta_2 t$ a sezónního výkyvu v_l . Dosazením známých hodnot dostaneme vzorec

$$\hat{\eta}_{lk} = 23,78 + 0,8t_{lk} + v_l$$

V následující tabulce jsou ve sloupcích označeném y_{lk} uvedeny reálné hodnoty, ve sloupcích $\hat{\eta}_{lk}$ vyrovnané hodnoty. Hodnoty označené e_{lk} představují náhodnou složku, tedy rozdíl mezi reálnými a vyrovnanými hodnotami. Tento rozdíl je procentuálně vyjádřen ve sloupcích o_{lk} .

k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	o_{lk}	k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	o_{lk}
2009	leden	1	20,12	22,41	-2,28	-10	2010	leden	13	34,29	32,01	2,28	7
	únor	2	19,88	19,74	0,14	1		únor	14	29,20	29,34	-0,14	0
	březen	3	20,85	23,33	-2,48	-11		březen	15	35,40	32,93	2,48	8
	duben	4	24,72	29,68	-4,96	-17		duben	16	44,24	39,28	4,96	13
	květen	5	25,95	31,09	-5,14	-17		květen	17	45,83	40,69	5,14	13
	červen	6	35,59	35,62	-0,03	0		červen	18	45,26	45,23	0,03	0
	červenec	7	26,00	25,85	0,15	1		červenec	19	35,31	35,45	-0,15	0
	srpen	8	40,67	39,19	1,48	4		srpen	20	47,31	48,79	-1,48	-3
	září	9	42,62	35,02	7,60	22		září	21	37,02	44,62	-7,60	-17
	říjen	10	32,19	33,53	-1,34	-4		říjen	22	44,47	43,13	1,34	3
	listopad	11	28,12	27,02	1,11	4		listopad	23	35,51	36,62	-1,11	-3
	prosinec	12	31,02	25,27	5,76	23		prosinec	24	29,11	34,87	-5,76	-17

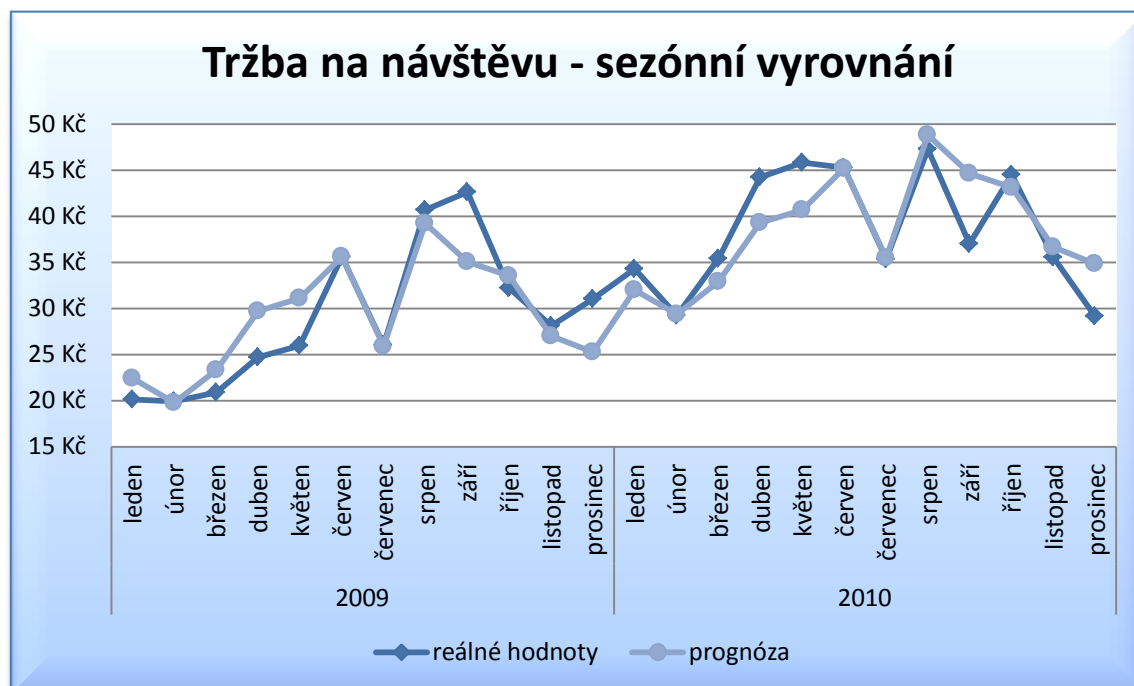
Tabulka 25: Tržba na návštěvu v KČ - sezónní vyrovnání

(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Z Tabulky 25 vidíme, že většina odchylek je do 17%. Pokud jsou odchylky větší, je to způsobeno tím, že regresní přímka počítá s rostoucím trendem ve všech měsících. To znamená, že pokud v roce 2009 byla tržba na návštěvu v daném měsíci vyšší než v roce 2010 – což je opak uvažovaného trendu, bude odchylka reálných hodnot vyrovnaných u obou měsíců vyšší. Tento jev však nastal pouze u dvou měsíců ze sledovaného období a to v září a prosinci.

Dalším důvodem vyšší odchylky, který je způsobený tím že sledujeme pouze dva roky, může být také to, že rozdíl tržby na návštěvu stejného měsíce je vyšší než dokáže regresní přímka zohlednit. Vyšším rozdílem se rozumí nárůst tržby na návštěvu v roce 2010 oproti 2009 o více než dvojnásobek předpokládaného přírůstku (viz určení

trendu). Vyšší odchylka se objeví u obou měsíců, v jednom jako kladná a v druhém jako záporná. Tato situace nastala v dubnu a květnu.



Graf 14: Tržby na návštěvu - sezónní vyrovnaní
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

První difference vyrovnaných hodnot

První difference v Tabulce 26 vyjadřují, o kolik se změnil počet objednávek oproti minulému měsíci. Jsou počítány z vyrovnaných hodnot, a to proto, že ač se mění hodnoty $\hat{\eta}_l$, absolutní přírůstky v jednotlivých letech zůstávají stejné. Tyto hodnoty tak je lze použít i pro odhad poklesu či nárůstu počtu objednávek v dalších letech.

Jednotlivé hodnoty prvních diferencí vypočítáme pomocí vzorce (1.12)

$${}_1d(\hat{\eta}_l) = \hat{\eta}_l - \hat{\eta}_{l-1}, \quad l = 2, 3, \dots, 12$$

l	měsíc	$\hat{\eta}_{l1}$	$\hat{\eta}_{l2}$	${}_1d(\hat{\eta}_l)$
1	leden	22,41	32,01	-
2	únor	19,74	29,34	-2,67
3	březen	23,33	32,93	3,59
4	duben	29,68	39,28	6,35
5	květen	31,09	40,69	1,41
6	červen	35,62	45,23	4,53
7	červenec	25,85	35,45	-9,77
8	srpen	39,19	48,79	13,34
9	září	35,02	44,62	-4,17
10	říjen	33,53	43,13	-1,49
11	listopad	27,02	36,62	-6,51
12	prosinec	25,27	34,87	-1,75

Tabulka 26: Tržba na návštěvu v Kč - koeficient růstu
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Prognóza

Prognózu pro první čtyři měsíce roku 2011, určíme pomocí vzorce (1.19)

$$\text{Leden 2011} \quad \hat{\eta}_{13} = 23,78 + 0,8 \cdot 25 - 2,17 = 41,61$$

$$\text{Únor 2011} \quad \hat{\eta}_{23} = 23,78 + 0,8 \cdot 26 - 5,64 = 38,94$$

$$\text{Březen 2011} \quad \hat{\eta}_{33} = 23,78 + 0,8 \cdot 27 - 2,85 = 42,53$$

$$\text{Duben 2011} \quad \hat{\eta}_{43} = 23,78 + 0,8 \cdot 28 + 2,70 = 48,88$$

Odchylky sledovaných let o_{it} stanovené v Tabulce 25 lze brát jako vodítko k určení odchylky prognózy. Jak už bylo řečeno, většina zjištěných hodnot se od vyrovnaných nelišila o více než 17%. Budeme tedy předpokládat, že tomu tak bude i nadále.

Při zohlednění trendu a sezónní složky by měla být tržba v lednu okolo 42 Kč za jednu návštěvu. Budeme-li brát v úvahu možnost odchylky, nemělo by to být méně než 35 Kč.

V únoru by se dle vypočítané první difference měla tržba na návštěvu ještě snížit o asi 3 Kč a to na hladinu přibližně 39 Kč na návštěvu. S přihlédnutím na 17%ní odchylku, by však neměla tržba na návštěvu klesnout pod 32 Kč.

V březnu by měla tržba mírně vzrůst o 3-4 Kč na návštěvu. To v ideálním případě znamená zvýšení tržby na 43 Kč na návštěvu. Nesmíme však zapomenout na možnou zápornou odchylku, které by mohla způsobit pokles tržby na návštěvu na pouhých 35 Kč.

Duben – i když v minulých ukazatelích prezentován jako slabý měsíc co se týče celkového výkonu firmy, tržba na návštěvu slibuje naopak nárůst o více než 6 Kč. Hodnota by se tak mohla pohybovat okolo 49 Kč na jednu návštěvu. Nejméně je ale počítáno se 41 Kč.

Srovnání prognózy s reálným vývojem

V následující tabulce jsou uvedena reálná data (y_t) která byla zjištěna za první čtyři měsíce 2011 (t), ve čtvrtém sloupci ($\hat{\eta}_t$) se nachází vyrovnaná data neboli prognóza. Sloupce e_t a k_{it} představují náhodnou složku neboli odchylku reálných dat od prognózy. V posledním sloupci jsou uvedeny první difference, jenž vyjadřují, o kolik se doopravdy zvýšil či snížil počet návštěv oproti minulému měsíci.

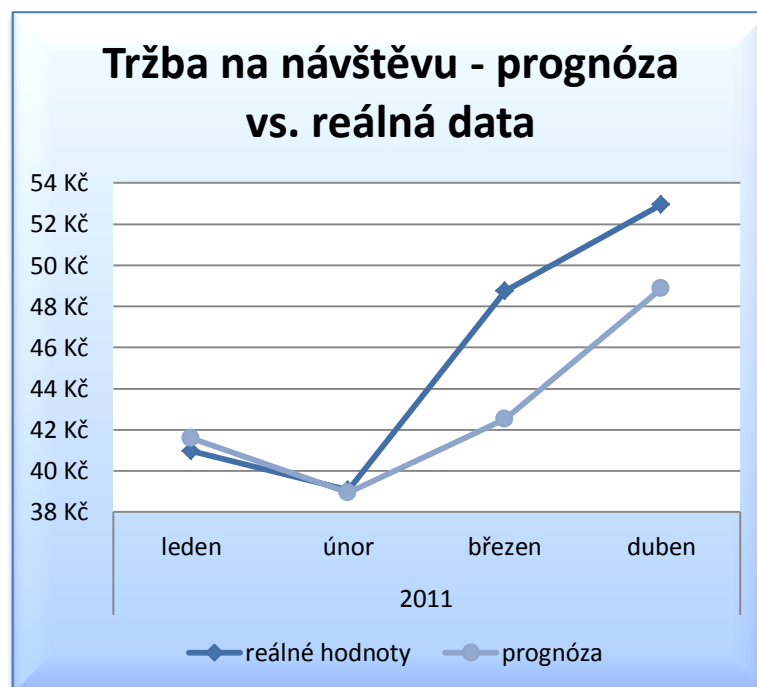
k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	o_{lk}	${}_1d(y_{lk})$
2011	leden	25	40,98	41,61	-0,62	-1	-
	únor	26	39,07	38,94	0,13	0	-1,92
	březen	27	48,75	42,53	6,22	15	9,68
	duben	28	52,95	48,88	4,06	8	4,19

Tabulka 27: Tržba na návštěvu v KČ - prognóza vs. reálná data

(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Jak vidíme v Tabulce 27, v prvních dvou měsících byla prognóza velice přesná. I když se tržba na návštěvu v březnu a dubnu značně odchýlila od prognózy, vzhledem k tomu že jde o kladnou odchylku je to spíše jen žádoucí.

S přihlédnutím na výsledky prognóz minulých ukazatelů, je vyšší tržba na návštěvu způsobena rapidním poklesem počtu návštěv při nezměněné nebo málo změněné hladině počtu objednávek.



Graf 15: Tržba na návštěvu - prognóza vs. reálná data

(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

2.4.3 Počet objednávek na 1000 návštěv

Počet objednávek na 1000 návštěv zobrazuje, kolik návštěvníků stránek z tisíce provedlo objednávku. Jedná se o odvozenou okamžikovou řadu.



Graf 16: Počet objednávek na 1000 návštěv
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

V této řadě se opět znatelně projevují hodnoty z listopadu 2009 a prosince 2010, které byly ovlivněné reklamou, kdy lidé byli motivováni k návštěvě stránek, aby vyhledali určité informace a mohli se tak zúčastnit soutěže o hodnotné ceny.

Regresní analýza

Při zjišťování trendu průměrné objednávky budeme vycházet ze vzorce (1.17), který časovou řadu vyjadřuje jako součet trendové složky T_i a náhodné složku e_i . Pro určení rovnice regresní přímky, potřebujeme znát následující hodnoty: výběrové průměry $\bar{t} = 12,5$, $\bar{y} = 17$ (1.4), a koeficienty $b_1 = 12,96$, $b_2 = 0,29$ (1.3). Tyto hodnoty pak dosadíme do vzorce (1.5)

$$\hat{\eta}(t) = 12,96 + 0,29 \cdot t, t = 1, 2, \dots, 24$$

V Tabulce 28 jsou zobrazeny zjištěné údaje y_i , počet objednávek na 1000 návštěv vyrovnané regresní přímkou $\hat{\eta}(t)$, hodnoty e_i představující náhodnou složku získanou odečtením vyrovnaných hodnot od zjištěných hodnot.

i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i	i	t	y_i	$\hat{\eta}(t)$	e_i
1	leden 09	12	13	-1	13	leden 10	15	17	-2
2	únor 09	13	14	-1	14	únor 10	17	17	0
3	březen 09	13	14	-1	15	březen 10	17	17	0
4	duben 09	15	14	1	16	duben 10	17	18	-1
5	květen 09	16	14	2	17	květen 10	20	18	2
6	červen 09	16	15	1	18	červen 10	22	18	4
7	červenec 09	15	15	0	19	červenec 10	17	19	-2
8	srpen 09	18	15	3	20	srpen 10	22	19	3
9	září 09	18	16	2	21	září 10	22	19	3
10	říjen 09	14	16	-2	22	říjen 10	23	19	4
11	listopad 09	10	16	-6	23	listopad 10	21	20	1
12	prosinec 09	16	16	0	24	prosinec 10	12	20	-8

Tabulka 28: Počet objednávek na 1000 návštěv - vyrovnané hodnoty
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Test statické významnosti

Pro určení významnosti trendu vyrovnaného regresní přímkou, provedeme Test statistické významnosti koeficientu b_2 od nuly.

1. $H_0: b_2 = 0$, koeficient b_2 se rovná nule, což znamená, že hodnoty časové řady se pohybují víceméně kolem konstanty a trend časové řady není významný.
 $H_1: b_2 \neq 0$, koeficient b_2 je různý od nuly, což znamená, že trend je významný, a musíme ho při určování prognózy zohlednit.
2. Pomocí vzorce (1.9) vypočteme realizovanou hodnotu testovaného kritéria t

$$t_{b_2} = \frac{b_2 - 0}{\sqrt{\hat{D}(b_2)}} = \frac{0,292}{\sqrt{0,007}} = 3,448$$

3. Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ určíme kvantil Studentova rozdělení $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2) = t_{0,975}(22) = 2,074$. Hranice kritického oboru $W_{0,05} = \{t: -2,074 > t > 2,074\}$.
4. Protože se hodnota testového kritéria v kritickém oboru realizovala, nulovou hypotézu zamítáme na 5%-ní hladině významnosti a přijmeme alternativní hypotézu H_1 . To znamená, že trend určený regresní přímkou je významný, a musí být zohledněn při dalších výpočtech.

Určení trendu

Podle regresní přímky je trend tržby z objednávek rostoucí. Výpočtem průměru prvních diferencí vyrovnaných hodnot dle (1.13) dostaneme, že počet objednávek na 1000 návštěv roste asi o 1 objednávku za 3-4 měsíce, tj. 3 objednávky za rok.

Sezónní složka

Abychom mohli zohlednit, v jakých měsících počet objednávek na 1000 návštěvníků klesá a v jakých naopak stoupá, analyzujeme i sezónní složku, díky které by mělo dojít ke zpřesnění vyrovnaných dat.

Při zohledňování sezónní složky je časová řada vyjádřena vzorcem (1.18) jako součet trendu T_i , sezónní složky S_i a náhodné složky e_i . Zadaná data se skládají ze dvou period, tj. $K = 2$, a dvanácti období, tj. $L = 12$.

Sestavíme soustavu rovnic dle (1.23):

$$\begin{array}{rcl} 2c_1 & & +14b_2 = 26 \\ & 2c_2 & +16b_2 = 29 \\ & & +18b_2 = 30 \\ & & +20b_2 = 32 \\ & & +22b_2 = 36 \\ & & +24b_2 = 38 \\ & & +26b_2 = 32 \\ & & +28b_2 = 40 \\ & & +30b_2 = 40 \\ & & +32b_2 = 37 \\ & & +34b_2 = 31 \\ & & +36b_2 = 28 \\ 14c_1 & +16c_2 & +18c_3 & +20c_4 & +22c_5 & +24c_6 & +26c_7 & +28c_8 & +30c_9 & +32c_{10} & +34c_{11} & +36c_{12} & +4900b_2 & = 5322 \end{array}$$

Vypočtením této soustavy rovnic dostaneme hodnoty c_l zaokrouhlené haléře (viz Tabulka 23), a hodnotu koeficientu $b_2 = 0,32$.

c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}
11,00	12,10	12,11	12,89	14,68	14,95	11,77	15,36	15,04	13,15	10,14	8,02

Tabulka 29: Počet objednávek na 1000 návštěv - koeficienty c_l

Pomocí (1.22) vypočteme koeficient $b_l = 12,60$. Nyní, když máme hodnoty všech potřebných koeficientů, určíme hodnoty sezónních výkyvů v_l dle (1.21).

v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}
-1,60	-0,50	-0,49	0,29	2,08	2,35	-0,83	2,77	2,44	0,55	-2,46	-4,58

Tabulka 30: Počet objednávek na 1000 návštěv - sezónní výkyvy

Vyrovnané hodnoty počtu objednávek se dle předpisu (1.19) rovnají součtu hodnoty regresní přímky $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 t$ a sezónního výkyvu v_l . Dosazením známých hodnot dostaneme vzorec

$$\hat{\eta}_{lk} = 12,60 + 0,32t_{lk} + v_l$$

V následující tabulce jsou ve sloupcích označeném y_{lk} uvedeny reálné hodnoty, ve sloupcích $\hat{\eta}_{lk}$ vyrovnané hodnoty. Hodnoty označené e_{lk} představují náhodnou složku, tedy rozdíl mezi reálnými a vyrovnanými hodnotami.

k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}	k	l	t_{lk}	y_{lk}	$\hat{\eta}_{lk}$	e_{lk}
2009	leden	1	12	11	1	2010	leden	13	15	15	0
	únor	2	13	13	0		únor	14	17	17	0
	březen	3	13	13	0		březen	15	17	17	0
	duben	4	15	14	1		duben	16	17	18	-1
	květen	5	16	16	0		květen	17	20	20	0
	červen	6	16	17	-1		červen	18	22	21	1
	červenec	7	15	14	1		červenec	19	17	18	-1
	srpen	8	18	18	0		srpen	20	22	22	0
	září	9	18	18	0		září	21	22	22	0
	říjen	10	14	16	-2		říjen	22	23	20	3
	listopad	11	10	14	-4		listopad	23	21	18	3
	prosinec	12	16	12	4		prosinec	24	12	16	-4

Tabulka 31: Počet objednávek na 1000 návštěv - sezónní vyrovnaní

(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Z Tabulky 31 vidíme, že vyrovnané hodnoty téměř přesně vystihují ty reálné. Výjimkou je celé 4. čtvrtletí, kdy jsou odchylky vyšší.

V říjnu je to způsobeno vyšším meziročním nárůstem, než dokáže regresní přímka zohlednit. V listopadu by se zdálo, že jde o stejný případ, což je sice pravda, ale rozdíl umocnil i fakt, že v listopadu 2009 byl počet objednávek na 1000 návštěv negativně ovlivněn reklamou. V prosinci tomu bylo právě naopak, kdy reklama působila v roce 2010 a tím způsobila i převrácení meziročního trendu na klesající. Vzhledem k tomu, že tato situace nastala pouze u jednoho měsíce, nemělo to zásadní vliv na vývoj trendu celé řady, a regresní přímka nedokázala tuto situaci zohlednit.



Graf 17: Počet objednávek na 1000 návštěv - sezónní vyrovnání
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Prognóza

Prognózu pro první čtyři měsíce roku 2011, určíme pomocí vzorce (1.19)

Leden 2011	$\hat{\eta}_{13} = 12,60 + 0,32 \cdot 25 - 1,60 = 19,03$
Únor 2011	$\hat{\eta}_{23} = 12,60 + 0,32 \cdot 26 - 0,50 = 20,46$
Březen 2011	$\hat{\eta}_{33} = 12,60 + 0,32 \cdot 27 - 0,49 = 20,79$
Duben 2011	$\hat{\eta}_{43} = 12,60 + 0,32 \cdot 28 - 0,29 = 21,90$

Budeme brát v úvahu odchylky z Tabulky 31, přičemž vyšší odchylky ze 4. čtvrtletí se prognóz 1. čtvrtletí netýkají, to znamená, že by počet objednávek na 1000 návštěv neměl být nižší než hodnota prognózy mínus jedna objednávka.

Pokud se budou hodnoty vyvíjet i nadále tak jako v předchozích letech můžeme předpovědět, že v lednu 2011 připadne 19 objednávek na 1000 návštěv. To znamená, že si objedná v průměru asi každý 52 návštěvník stránek.

Nadále by se pak počet objednávek na 1000 návštěv měl zvyšovat každý měsíc o 1 objednávku, tedy v únoru 20 objednávek, v březnu 21 objednávek a v dubnu 22 objednávek na 1000 návštěv. Přičemž jedna objednávka na 1000 návštěv navíc znamená změnu frekvence objednávek o 2 návštěvy. Takže v únoru objedná průměrně každý 50tý návštěvník a v dubnu si zadá objednávku každý 46 návštěvník.

Srovnání prognózy s reálným vývojem

V následující tabulce jsou uvedena reálná data (y_t) která byla zjištěna za první čtyři měsíce 2011 (t), ve čtvrtém sloupci ($\hat{\eta}_t$) se nachází vyrovnaná data neboli prognóza. Sloupec e_t představuje náhodnou složku neboli odchylku reálných dat od prognózy.

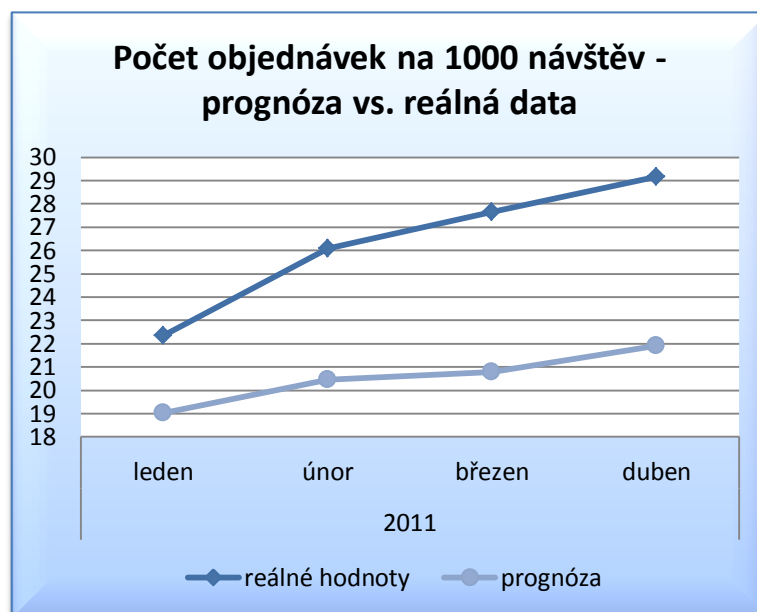
t	y_t	$\hat{\eta}_t$	e_t
Leden 11	22	19	3
Únor 11	26	20	6
Březen 11	28	21	7
Duben 11	29	22	7

Tabulka 32: Počet objednávek na 1000 návštěv - prognóza vs. reálná data
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

Jak je vidět, hodnoty jsou ještě vyšší, než bylo předpovídáno. Jelikož jsou kladné odchylky spíše žádoucí, nejedná se o větší odchylky v negativním slova smyslu.

Vyšší počet objednávek na 1000 návštěv bych vysvětlila tím, že ačkoliv přišlo na stránky méně návštěvníků, než se očekávalo, počet objednávek byl buďto na stejné hladině jako prognóza, nebo se snížil o poměrně menší počet než počet návštěv.

V praxi to znamená, že objednávku zadalo poměrně více lidí, kteří navštívili stránky, než v minulosti. V lednu to byl průměrně každý 45 návštěvník a v dubnu zadal objednávku dokonce každý 35 návštěvník. Bohužel však v průměru zadávali dle Tabulky 21 objednávky v nižší hodnotě než v minulosti.



Graf 18: Počet objednávek na 1000 návštěv - prognóza vs. reálná data
(Zdroj: Ecoprint, zpracování vlastní)

3 Závěr

Bakalářská práce byla zaměřená na analýzu e-shopu z hlediska objednávek a návštěvnosti. Jako základní ukazatele byla návštěvnost, počet objednávek a tržba z objednávek, ty jsem dále rozvedla na odvozené ukazatele, které pomohly odhalit souvislosti a mezi základními ukazateli. Na základě teoretických poznatků uvedených v první části jsem se snažila najít co nejlepší způsob pro vyrovnaní získaných dat a stanovení prognózy dalšího vývoje.

Analýza každého ukazatele obsahovala popis, co daný ukazatel znázorňuje, graf zadaných hodnot, subjektivní analýzu grafu, dále vyrovnaní hodnot regresní analýzou a test statické významnosti na základě kterého byl přijat trend určený regresní přímkou nebo doporučen jiný způsob vyrovnaní hodnot. Následovalo určení trendu, a pokud byla ze zadaných hodnot patrná sezónní složka, tak i vyčíslení sezónních výkyvů a zobrazení vyrovnaných hodnot do grafu. Poté byla vyslovena prognóza na první čtyři měsíce 2011 se stanovenou odchylkou a jako poslední srovnání reálného vývoje s prognózou včetně grafu.

Jelikož byly posuzovány pouze dva roky, prognózy nebylo možné určit s takovou přesností, jaká by byla v případě posuzování více let. Přesto že předpovídané hodnoty nebyly ve většině případů dosaženy, trend prognóza zachytila vždy téměř přesně. Doporučila bych firmě tyto analýzy dělat každý rok, s tím že prognózy by se měly s rostoucím počtem vstupních hodnot dát určit s větší přesností.

Seznam použité literatury

- [1] HINDLS, R. *Statistika pro ekonomy*. Praha : Professional Publishing, 2007. 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.
- [2] KROPÁČ, J. *Statistika A*. Brno : Fakulta Podnikatelská, VUT v Brně, 2008. 145 s. ISBN 978-80-214-3587-2.
- [3] KROPÁČ, J. *Statistika B*. Brno : Fakulta Podnikatelská, VUT v Brně, 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6.
- [4] MINAŘÍK, B. *Statistika III*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998. ISBN 80-7157-189-X.
- [5] SOUČEK, E. *Základy pravděpodobnosti a statistiky*. 3. Vydání. Pardubice: Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, 2008. 170 s. ISBN 978-80-7395-142-9

Ostatní zdroje

- [6] ECOPRINT [online]. 2010 [cit. 2011-05-22]. Dostupné WWW: <<http://www.ecoprint.cz/>>

Seznam grafů

Graf 1: Počet návštěv za měsíc	24
Graf 2: Počet návštěv za měsíc - sezónní vyrovnaní	28
Graf 3: Počet návštěv za měsíc - prognóza vs. reálná data	30
Graf 4: Počet objednávek za měsíc	31
Graf 5: Počet objednávek za měsíc - sezónní vyrovnaní	35
Graf 6: Počet objednávek za měsíc - prognóza vs. reálná data	37
Graf 7: Tržba z objednávek za měsíc	38
Graf 8: Tržba z objednávek za měsíc - sezónní vyrovnaní a regresní přímka.....	42
Graf 9: Tržba z objednávek za měsíc - prognóza vs. reálná data	44
Graf 10: Průměrná objednávka	45
Graf 11: Průměrná objednávka – vyrovnaní chronologickým průměrem	47
Graf 12: Průměrná objednávka - prognóza vs. reálná data	49
Graf 13: Tržba na návštěvu	50
Graf 14: Tržby na návštěvu - sezónní vyrovnaní	54
Graf 15: Tržba na návštěvu - prognóza vs. reálná data.....	56
Graf 16: Počet objednávek na 1000 návštěv	57
Graf 17: Počet objednávek na 1000 návštěv - sezónní vyrovnaní.....	61
Graf 18: Počet objednávek na 1000 návštěv - prognóza vs. reálná data	62

Seznam tabulek

Tabulka 1: Počet návštěv za měsíc - vyrovnané hodnoty	25
Tabulka 2: Počet návštěv za měsíc - koeficienty c_1	27
Tabulka 3: Počet návštěv za měsíc - sezónní výkyvy	27
Tabulka 4: Počet návštěv za měsíc- sezónní vyrovnaní.....	27
Tabulka 5: Počet návštěv za měsíc - koeficient růstu	28
Tabulka 6: Počet návštěv za měsíc - prognóza vs. reálná data.....	30
Tabulka 7: Počet objednávek za měsíc - vyrovnané hodnoty	32
Tabulka 8: Počet objednávek za měsíc - koeficienty c_1	33
Tabulka 9: Počet objednávek za měsíc - sezónní výkyvy	34
Tabulka 10: Počet objednávek za měsíc - sezónní vyrovnaní.....	34
Tabulka 11: Počet objednávek za měsíc - koeficient růstu	35
Tabulka 12: Počet objednávek za měsíc - prognóza vs. reálná data	37
Tabulka 13: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - vyrovnané hodnoty	39
Tabulka 14: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - koeficienty c_1	41
Tabulka 15: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - sezónní výkyvy	41
Tabulka 16: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - sezónní vyrovnaní	41
Tabulka 17: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - prognóza.....	43
Tabulka 18: Tržba z objednávek za měsíc v tis. Kč - prognóza vs. reálná data	43
Tabulka 19: Průměrná objednávka v Kč - vyrovnané hodnoty	46
Tabulka 20: Průměrná objednávka v Kč - vyrovnaní chronologickým průměrem.....	47
Tabulka 21: Průměrná objednávka v Kč - prognóza vs. reálná data.....	48
Tabulka 22: Tržba na návštěvu v Kč - vyrovnané hodnoty	51
Tabulka 23: Tržba na návštěvu v Kč - koeficienty c_1	52
Tabulka 24: Tržba na návštěvu v Kč - sezónní výkyvy.....	53
Tabulka 25: Tržba na návštěvu v Kč - sezónní vyrovnaní.....	53
Tabulka 26: Tržba na návštěvu v Kč - koeficient růstu	54
Tabulka 27: Tržba na návštěvu v Kč - prognóza vs. reálná data.....	56
Tabulka 28: Počet objednávek na 1000 návštěv - vyrovnané hodnoty	58
Tabulka 29: Počet objednávek na 1000 návštěv - koeficienty c_1	59
Tabulka 30: Počet objednávek na 1000 návštěv - sezónní výkyvy	59
Tabulka 31: Počet objednávek na 1000 návštěv - sezónní vyrovnaní	60
Tabulka 32: Počet objednávek na 1000 návštěv - prognóza vs. reálná data	62